This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

HC 35BP U

535.7

A 22.L.1905.1

Harvard Medical School

Bowditch Library

Transferred to Central Library

Purchased

DIE

ANWENDUNG DES LICHTES

IN DER MEDIZIN.

Niels R. Finsen

22.L.1905.1

DIE ANWENDUNG DES LICHTES ❋ ❋ ❋ IN DER MEDIZIN

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

VON

PROFESSOR FINSENS LEBENSWERK.

VON

DR. VALDEMAR BIE
IN KOPENHAGEN

ÜBERSETZT VON

DR. H. SCHRAMM
IN KOPENHAGEN

MIT 22 ABBILDUNGEN IM TEXT UND EINEM PORTRÄT VON PROF. FINSEN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1905.

535.7

Nachdruck verboten.

Übersetzungen, auch ins Ungarische, vorbehalten.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Vorwort.

Dieses kleine Buch gehört zu einer Serie gemeinfasslicher wissenschaftlicher Schriften, welche auf Veranlassung des dänischen Volksuniversitätsvereins von einem Universitätsprofessoren-Komitee und einem Studentenverein in Kopenhagen herausgegeben werden.

Es war mir die Aufgabe gestellt, das Buch streng wissenschaftlich zu schreiben, als ob es ausschliesslich für Fachleute bestimmt sei; gleichzeitig sollte ich aber das Material in so leicht verständlicher Form behandeln, dass das Buch auch von Lesern ohne wissenschaftliche Vorbildung mit Verständnis gelesen werden könnte. Diese an und für sich schwere Aufgabe ist mir dadurch erleichtert worden, dass dieses kleine Gebiet der Medizin in höherem Grade als die meisten anderen auf allgemein bekannter Naturwissenschaft basiert ist, und demnach nur wenige Voraussetzungen zum Verständnis des Buches erforderlich sind.

Vor ein paar Jahren hielt ich auf einem deutschen medizinischen Kongress einen Vortrag, der eine kurz gefasste Wiedergabe des in diesem Buche behandelten Stoffes geboten hatte. Dem Vortrage wurde ein so grosses Wohlwollen und Interesse entgegengebracht, dass ich den Entschluss fasste, ihn in ausgedehnterer Form herauszugeben. Die Zeit verging, ohne dass mir die Aufführung dieses Planes gelang. Da ich aber unterdessen dieses Buch dänisch erscheinen liess, regte sich der Wunsch, es ins Deutsche übersetzen zu lassen, in der Hoffnung, dass naturwissenschaftlich interessierte Leser der deutschen Ausgabe das gleiche Wohlwollen entgegenbringen werden, mit welchem es hier im Lande aufgenommen wurde, und dass meine Kollegen etliches von dem darin finden werden, was ihr Interesse für den besagten Vortrag erweckt hatte.

Kopenhagen, Februar 1905.

Valdemar Bie.

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

Einleitende physikalische Bemerkungen 2

Die Wirkungen des Lichtes auf die Haut 7

Die inzitierende und die psychische Wirkung des Lichtes 26

Der Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel 34

Die Wirkung des Lichtes auf das Blut 39

Die Fähigkeit des Lichtes in den Körper zu dringen 42

Die Wirkung des Lichtes auf Bakterien 45

Die hygienische Bedeutung des Lichtes 55

Finsens Behandlung bakterieller Hautkrankheiten mit konzentrierten chemischen Lichtstrahlen 59

Einleitung.

Ungefähr solange wie man sich überhaupt mit Natur- und Arzneikunde beschäftigt hat, war man sich bewusst, dass eine so mächtige Naturkraft wie das Licht, das für die höheren Pflanzen eine Lebensbedingung ist, grosse Bedeutung für das Gedeihen des menschlichen Organismus besitzen muss. Schon im Altertum wurde dies eingesehen, ja man ging sogar in seiner Überzeugung über den günstigen Einfluss des Lichtes auf die Funktionen des Körpers so weit, dass man Sonnenbäder nicht allein zur Aufrechterhaltung der Gesundheit, sondern auch zur Behandlung von Krankheiten anwendete.

Als die Kultur des Altertums zugrunde ging und die arzneiwissenschaftlichen Erfahrungen vergessen wurden, hörte der Gebrauch von Sonnenbädern auf. Danach hat man bis zur allerneuesten Zeit nichts von den Wirkungen des Lichtes auf die menschlichen und tierischen Organismen gewusst. Erst durch die moderne experimentelle Forschung ist wiederum Interesse dafür erregt worden.

Die Weise, worauf unsere Kenntnis auf diesem Gebiet in der neuesten Zeit erweitert wurde, ist für die moderne medizinische Wissenschaft insofern typisch, als die Grundlage der Entwickelung ausschliesslich auf experimentellen Untersuchungen beruhte. Während die Beobachtung der Patienten und des Verlaufs der Krankheit früher das einzigste Mittel zur Förderung der medizinischen Wissenschaft waren, ist das Experiment nämlich die Triebfeder für den mächtigen Fortschritt gewesen, den die verschiedenen Zweige der Medizin in dem letzten halben Jahrhundert gemacht haben, und ohne experimentelle Untersuchungen hätten wir sicherlich auch nicht auf diesem kleinen Gebiet unser Wissen so sicher und schnell bereichert, dass wir schon jetzt nach dem Verlauf einiger Jahrzehnte unsere Erfahrungen in dem Dienste der praktischen Medizin verwenden können.

Die auf dem hier erwähnten Gebiete in den letzten 50 Jahren ausgeführte, bedeutungsvolle experimentelle Arbeit hat teils das Ziel verfolgt, die Wirkung des Lichtes auf die verschiedenen Funktionen des tierischen und menschlichen Organismus zu erforschen, teils die Wirkung des Lichtes auf Bakterien und andere mikroskopische Organismen zu untersuchen. Wir sind noch weit davon entfernt, völliges Verständnis erreicht zu haben und auf den meisten Gebieten sind die Experimente nicht dahin gelangt, dass aus denselben praktisch brauchbare Schlüsse zu ziehen sind; auf jeden Fall sind wir so weit gelangt, das Licht zur Heilung von Krankheiten benutzen zu können, sowie so weit, dass wir die ausserordentlich grosse hygienische Bedeutung der Fähigkeit des Lichtes Bakterien zu töten kennen, und es lässt sich als bewiesen betrachten, dass reichlicher Zutritt des Lichtes zu unseren Wohnungen eine der wichtigsten Bedingungen für die Bewahrung der Gesundheit ist.

Infolge dieses Entwickelungsganges kann eine Darstellung der praktischen Bedeutung des Lichtes für die Medizin nicht ohne Kenntnis von den Experimenten verstanden werden, welche die Basis für dieselbe bilden. Ich gebe daher in folgendem erst eine Übersicht über die experimentellen Untersuchungen und daneben eine Darstellung der praktischen Konsequenzen derselben. Als Einleitung gebe ich ausserdem eine ganz kurzgefasste elementare Übersicht über die wenigen physikalischen Verhältnisse, deren Kenntnis zum Verständnis des medizinischen Abschnitts des Buches notwendig ist.

Einleitende physikalische Bemerkungen.

Es ist streng genommen ganz unberechtigt, von der Anwendung oder den Wirkungen des Lichtes im allgemeinen zu sprechen; denn ebenso viele Arten Lichtgeber vorhanden sind, ebenso viele verschiedene Arten Licht gibt es. Z. B. ist das Licht einer elektrischen Bogenlampe von dem einer Glühlampe so weit verschieden, dass deren Wirkung auf den Organismus und deren praktische Anwendung in der Medizin fast nichts gemein haben. Jede einzelne Art der Strahlen, aus denen das Licht zusammengesetzt ist, hat nämlich ihre bestimmten Eigenschaften, und die Wirkungen einer bestimmten Lichtart hängen deshalb davon ab, welche Strahlen das Licht enthält und in welchem Mengenverhältnis dieselben vermischt sind.

Will man untersuchen, welche Strahlen eine bestimmte Art Licht, z. B. Sonnenlicht, enthält, so lässt man es durch ein Prisma aus Glas, Bergkristall oder dergl. fallen; es wird alsdann seine Richtung verändern („gebrochen werden"). Da aber keine gleich starke Brechung der einzelnen Strahlen stattfindet, so erhalten sie nicht dieselbe Richtung, wenn sie das Prisma verlassen; die violetten werden am stärksten gebrochen und

weichen daher am stärksten seitwärts aus, die roten werden am wenigsten gebrochen und liegen daher ihrer früheren Richtung am nächsten; zwischen diesen liegen — in der Richtung von violett nach rot geordnet — die blauen, grünen und gelben. Hätte das Lichtbündel einen runden Querschnitt, bevor es das Prisma trifft, so wird es also durch dieses Zerstreuen der einzelnen Bestandteile in die Breite gezogen, so dass, falls man es nun auf einen weissen Schirm fallen lässt, ein langes, schmales Band sichtbar wird, das aus den einzelnen Bestandteilen des ursprünglich unfarbigen Lichtes zusammengesetzt ist, in der Reihenfolge violett, blau, grün, gelb, rot geordnet. Das auf diese Weise erhaltene Bild des zerteilten Lichtes nennt man ein Spektrum, ein Prismaapparat zur Darstellung eines Spektrums wird Spektroskop genannt.

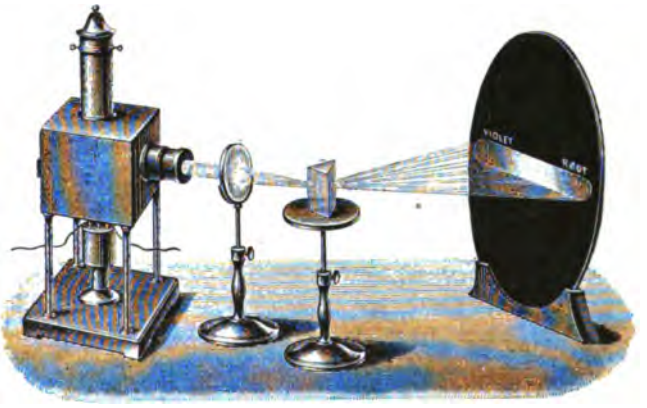


Fig. 1.

Darstellung eines Spektrums. Nach Tyndall: Das Licht.

Die hier besprochenen Bestandteile des Spektrums lassen sich unmittelbar beobachten; aber das Sonnenlicht enthält auch unsichtbare Bestandteile. Hält man ein Thermometer ausserhalb des roten Teiles des Spektrums, also an einer Stelle, die anscheinend nicht von den Strahlen getroffen wird, so lässt sich ein Steigen der Quecksilbersäule des Thermometers beobachten. Hier müssen also Strahlen vorhanden sein, welche erwärmen können, aber nicht gesehen werden; dies sind die sogenannten ultra-roten Strahlen (ultra = ausserhalb) oder „dunklen Wärmestrahlen". Auch ausserhalb des anderen Endes des sichtbaren Spektrums finden sich unsichtbare Strahlen; sie können z. B. durch Auffangen des Spektrums auf ein Stück photographisches Papier nachgewiesen werden; dies wird an der Stelle geschwärzt, wo es von den blauen und violetten Strahlen getroffen wird, indem diese eine chemische Veränderung der Chlorsilberbelegung hervorrufen. Hat man darauf geachtet, wie weit

der violette Teil des Spektrums reicht, so wird man ausserdem eine Schwärzung des Papiers ein Stück weiter ausserhalb beobachten. In Analogie mit der Bezeichnung ultra-rote Strahlen sind diese Strahlen ultra-violette genannt. Infolge der gemeinsamen Eigenschaft dieser sowie der blauen und violetten Strahlen, chemische Stoffe beeinflussen zu können, werden diese drei Strahlenarten unter der Bezeichnung chemische Strahlen zusammengefasst.

Die Zusammensetzung eines Lichtes hängt von der Temperatur des leuchtenden Körpers ab. Man kann sich davon auf die einfachste Weise durch Erwärmung z. B. eines Stückes Eisen überzeugen. Erst entsendet es ausschliesslich ultra-rote Strahlen (Strahlenwärme), aber sobald es, wenn auch noch so schwach, zu glühen beginnt, strahlt es auch rote Strahlen aus; mit dem Zunehmen des Glühens und der Veränderung der Farbe in rotgelb werden auch gelbe und grüne Strahlen eingemischt und wenn das Eisen weissglühend ist, entsendet es alle im Sonnenspektrum vorkommenden Strahlen. Je wärmer ein leuchtender Körper ist, eine desto grössere Menge chemischer Strahlen enthält also das von ihm entsendete Licht. Hieraus folgt, dass nicht einmal eine bestimmte Lichtart beständig auf gleiche Weise zusammengesetzt ist. Die Zusammensetzung des elektrischen Bogenlichtes hängt z. B. von der Stromstärke ab; je stärker der durch eine Lampe gehende Strom ist, desto höher wird die Temperatur zwischen deren Kohlenspitzen und desto mehr wird daher die Zusammensetzung des Lichtes in Richtung der chemischen Strahlen verschoben.

Ist die Zusammensetzung einer bestimmten Lichtart bekannt, so lässt sich daraus bis zu einem gewissen Grad auf deren Eigenschaften schliessen. Die drei Haupteigenschaften des Lichtes — die Fähigkeit zu leuchten (d. w. s. einen Eindruck auf die Netzhaut des Auges auszuüben), zu wärmen und chemische Stoffe zu beeinflussen — sind nämlich hauptsächlich jede an ihren Teil des Spektrums geknüpft; die Wärmewirkung an die ultra-roten und roten Strahlen, die Lichtwirkung an die gelben und grünen Strahlen und die chemische Wirkung, wie früher erwähnt, an die blauen, violetten und ultra-violetten Strahlen. Dies ist doch nicht so zu verstehen, als ob jede einzelne Abteilung des Spektrums nur diese besondere Wirkung hätte. Jeder Bestandteil des Lichtes kann in Wärme umgesetzt werden; die ultra-roten und ultra-violetten Strahlen ausgenommen, können sie alle Eindruck auf das Auge ausüben, und die chemische Wirkung, z. B. auf eine photographische Bromsilberplatte, erstreckt sich ganz hinein bis in den gelben Teil des Spektrums. Enthält aber ein Licht besonders viele Strahlen einer bestimmten Art, so kann man von vorneherein davon ausgehen, dass es in besonders hohem Grade im Besitze der wesentlich an diese Strahlen geknüpften Wirkung ist. Dreht es sich darum, experimentell die Wir-

kungen des Lichtes zu untersuchen oder sie zu praktischen Zwecken zu verwenden, so ist die spektroskopische Untersuchung daher eins der wichtigsten Hilfsmittel.

Will man die Wirkung der Strahlen in einem bestimmten Gebiete des Spektrums untersuchen, so ist es selbstverständlich notwendig, sie zu isolieren. Dies lässt sich entweder dadurch erreichen, dass man ein Spektrum konstruiert und die nicht zu benutzenden Teile mittelst eines Schirmes wegschneidet, oder indem man das Licht durch einen Stoff dringen lässt, der nur den Bestandteilen Passage gestattet, deren Wirkung man untersuchen will, den Rest dahingegen absorbiert. Als Hauptregel gilt, dass ein gefärbter Stoff wesentlich für die Strahlen passierbar ist, die zu dem Bezirk des Spektrums gehören, wo dessen eigene Farbe liegt. Z. B. lässt ein blaues Glas in der Regel fast alle blauen und violetten Strahlen passieren, dahingegen wenige grüne, noch weniger gelbe und fast keine roten; umgekehrt lässt ein rotes Glas keine oder fast keine blauen und violetten Strahlen passieren, dahingegen ungefähr alle die roten. Man soll indessen damit vorsichtig sein, von der Farbe eines Stoffes auf dessen Durchdringlichkeit für Licht zu schliessen, nur durch eine spektroskopische Untersuchung kann man sich davon überzeugen, ob die Absorption in Übereinstimmung mit der hier genannten Regel vor sich geht.

Noch seltener sind Stoffe, durch welche die ultra-violetten Strahlen zu dringen vermögen; Glas z. B. saugt sie ungefähr ganz bis hinein zum sichtbaren Teil des Spektrums auf. Zu optischen Apparaten, welche für diese Strahlen passierbar sein sollen, kann man daher kein Glas brauchen, sondern man muss Linsen und Prismen aus Bergkristall verwenden, da dieser Stoff für ultra-violette Strahlen passierbar ist, welche sogar sehr weit ausserhalb im Spektrum liegen. Die atmosphärische Luft lässt ebenfalls nicht recht viele ultra-violette Strahlen passieren. Diese finden sich ursprünglich in grosser Anzahl im Sonnenlicht, aber unter dessen Passage durch die Atmosphäre, absorbiert diese alle die äusserst im Spektrum liegenden ultra-violetten Strahlen, so dass das Sonnenspektrum im Vergleich mit Spektren von verschiedenen ultra-violettreichen Arten künstlichen Lichts, nur eine kurze ultra-violettreiche Partie enthält.

Die Atmosphäre schneidet die ultra-violetten Strahlen ungefähr an derselben Stelle im Spektrum wie Glas ab; demnach kann man Glasinstrumente zur Untersuchung von Sonnenlicht gebrauchen, während bei der Untersuchung ultra-violettreicherer Lichtarten Bergkristall benutzt werden muss.

Infolge des geringen Gehalts des Sonnenlichts an ultra-violetten Strahlen eignet es sich nicht zur Untersuchung der Wirkungen dieser Strahlen, oder zu einer darauf basierten praktischen Anwendung des

Lichtes, sondern muss durch künstliches Licht ersetzt werden, z. B. elektrisches Bogenlicht, dessen ultra-violettes Spektrum sehr lang ist.

Wünscht man die kräftigst mögliche Wirkung des Lichtes zu erzielen, so konzentriert man es, indem man es Sammellinsen passieren lässt, entweder plankonvexe (deren eine Seite flach, deren andere gebogen ist, siehe Fig. 2) oder bikonvexe (die auf beiden Seiten gebogen sind, siehe Fig. 3); diese beiden Formen von Linsen fungieren gleich-

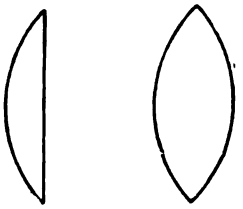


Fig. 2.

Fig. 3.

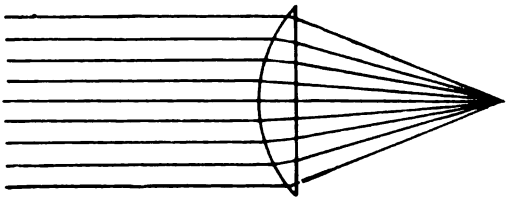


Fig. 4.

mässig, aber eine plankonvexe Linse konzentriert das Licht nur halb so stark wie eine bikonvexe, wenn deren Oberfläche dieselbe Krümmung besitzt.

Die Richtung der Lichtstrahlen nach deren Hindurchgehen durch eine Linse hängt teils vom Abstande der Linse vom Lichtgeber ab, teils von dem Krümmungsgrad der Oberfläche der Linse, und teils davon, wie

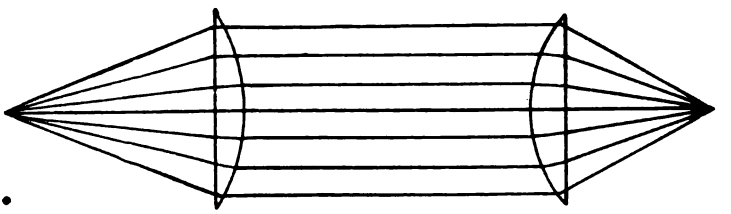


Fig. 5.

stark das Material, aus dem die Linse verfertigt ist, das Licht bricht. Dieser Brechungsexponent ist ein für alle Mal für jeden einzelnen Stoff bestimmt. In Fig. 4 habe ich veranschaulicht, wie sich die Verhältnisse gestalten werden, wenn Licht mit parallelen Strahlen eine konvexe Linse trifft. Die beste Gelegenheit zur Erhaltung derartigen Lichtes bietet das Sonnenlicht, dessen Strahlen wegen des ungeheuren Abstandes der Sonne von der Erde als parallel bezeichnet werden können. Indem die Strahlen durch die Linse gehen, werden sie anstatt parallel, konvergierend; die Stelle, wo sie sich vereinigen, wird der Brennpunkt genannt. Umgekehrt bei Anbringung des Lichtgebers im Brennpunkt der Linse werden die

Strahlen parallel, nachdem sie durch die Linse gegangen sind. Bringt man zwei konvexe Linsen hintereinander und den Lichtgeber in dem Brennpunkt der einen an (Fig. 5), so wird die erste Linse die vom Lichtgeber ausgehenden divergierenden Strahlen zu parallelen sammeln und die zweite wird die parallelen Strahlen sammeln, welche in deren Brennpunkt vereinigt werden.

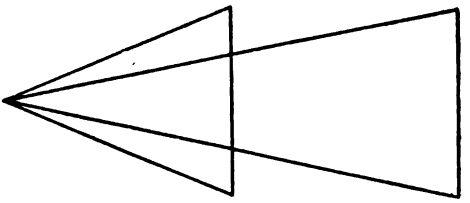


Fig. 6.

Es ist selbstverständlich, dass, je näher eine Linse der Lichtquelle liegt, desto mehr Licht auf dieselbe fällt, desto grösser wird nämlich der Winkel zwischen den äussersten Randstrahlen (Fig. 6). Ebenso selbstverständlich ist es, dass, wenn man aus praktischen Gründen die Linse dem Lichtgeber nicht so dicht wie wohl wünschenswert nähern

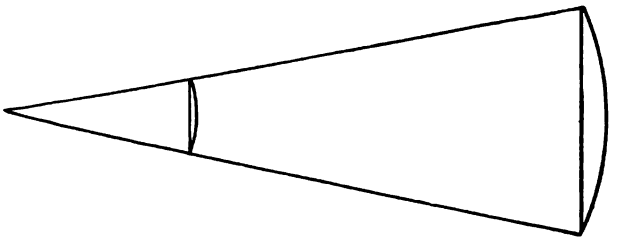


Fig. 7.

kann, z. B. weil die Strahlenwärme so stark ist, dass das Glas springt, so ist diesem durch Vergrösserung der Linse abzuhelfen. Fig. 7 zeigt dies: eine grosse Linse in grossem Abstand empfängt ganz dieselbe Lichtmenge wie eine kleinere Linse in geringerem Abstand, wenn der Winkel zwischen den den Rand der Linse treffenden Strahlen in beiden Fällen gleich gross ist.

Die Wirkung des Lichtes auf die Haut.

Wird die Haut einem kräftigen Sonnenlicht ausgesetzt, so wird sie bekanntlich „sonnenverbrannt“, d. w. s. rot, geschwollen, empfindlich und heiss oder mit anderen Worten entzündet. Die Entzündung kann sehr stark werden und wird es in ausgeprägtem Masse, falls die Haut einer zu starken Frühjahrssonne ausgesetzt wird, nachdem sie im Laufe des Winters bleich und ungewohnt für Lichteinwirkung geworden ist, oder wenn nicht allein direktes Sonnenlicht, sondern auch die von einer Wasserfläche, Schnee, Eis oder dergleichen zurückgeworfenen Sonnen-

strahlen die Haut treffen. Finsen erwähnt z. B. zwei Wettruderer, welche er einmal gesehen hat; nachdem sie auf ihrer ersten langen Frühjahrstour gewesen waren, wurde die Haut ihrer Arme hochrot, geschwollen und so empfindlich, dass sie mit den Armen auf einen Tisch ruhend, unbeweglich sitzen mussten; nachts konnten sie wegen Schmerzen nicht schlafen. In der Regel ergibt die Entzündung nur die genannten Symptome, falls aber die Einwirkung des Lichtes sehr kräftig gewesen ist, so können auf der Haut Bläschen entstehen. Jeder, der diesen Zustand gesehen hat, bemerkt die Ähnlichkeit desselben mit einer Verbrennung. Wie der Ausdruck „sonnenverbrannt" andeutet, ist auch in langer Zeit, bis zum letzten Jahrzehnt, die Auffassung allgemein gewesen, dass die Entzündung durch die starke Erwärmung der Haut seitens der Sonnenstrahlen entstand; sie sollte also nur wegen ihres eigentümlichen Ursprungs von anderen Verbrennungsentzündungen verschieden sein.

Anscheinend sind auch die Eigenschaften der Entzündung dieselben, gleichviel ob sie von Wärme oder Licht herrühren; aber bei genauerer Untersuchung kann ein deutlicher Unterschied nachgewiesen werden. Wenn die Lichtentzündung verschwindet, hinterlässt sie nämlich einen gelb-braunen Farbstoff in der Haut, was man niemals bei entsprechenden Verbrennungsgraden sieht, und während die Haut unmittelbar nach einer Verbrennung rot wird, entsteht die Lichtentzündung erst nach Verlauf einiger Stunden und erreicht ihren Höhepunkt in der Regel erst nach 12—24 Stunden. Bei mikroskopischer Untersuchung scheint zwischen Lichtentzündung und einer Entzündung anderen Ursprungs kein Unterschied zu herrschen; in allen Fällen findet man die Charakterzüge für jede Entzündung: Erweiterung der feinen Blutgefässe und Austreten der weissen Blutkörperchen durch die Gefässwand in das umgebende Gewebe.

Der erwähnte Unterschied in dem Verlauf der Lichtentzündung und der Verbrennungsentzündung lässt es zu einem gewissen Grad wahrscheinlich erscheinen, dass sie nicht desselben Ursprungs sind. Diese Anschauung stützen ausserdem Beobachtungen, den Charakter des Lichtes betreffend, welches die Haut am leichtesten sonnenverbrannt macht. Es ist eine alte Erfahrung, dass Touristen, welche sich auf der Wanderung über Gletscher befinden, stark dem ausgesetzt sind, sonnenverbrannt zu werden, besonders auf der Unterseite der Nase und des Kinns, welche die vom Schnee zurückgeworfenen Strahlen treffen. Aber in diesen Umgebungen, oft in einer Temperatur, welche unter Null ist, kann von einer zu starken Erhitzung der Haut keine Rede sein. Etwas ganz Entsprechendes ist es, dass man in der Nähe von starkem elektrischem Bogenlicht, das ja nicht sehr wärmt, in hohem Grade „sonnenverbrannt" werden kann.

Der russische Arzt Maklakow hat auf Basis eigener Erfahrungen eine ausgezeichnete Beschreibung einer solchen starken Hautentzündung gegeben, welche infolge der Einwirkung von ungewöhnlich kräftigem Licht entstand. Ich führe einen Auszug seiner Beschreibung an, da Maklakows Beobachtungen nicht allein ein ausgezeichneter Beitrag zur Lösung der Frage über die Ursache der Lichtentzündung sind, sondern auch eine klare Vorstellung darüber geben, in wie ausserordentlich hohem Grade kräftiges Licht die Haut beeinflussen kann.

Maklakow führte seine Untersuchungen in Kolomna, dicht bei Moskau in einer Fabrik aus, wo Metallstücke zusammengeschweisst werden, indem ein starker elektrischer Strom durch dieselben geleitet wird und sie weissglühend macht. Das hierbei entwickelte, ausserordentlich kräftige Licht war so unangenehm für die Arbeiter, dass sie andere Arbeit vorzogen, selbst wenn diese bedeutend schwerer und schlechter gelohnt war. Maklakow wurde daher gerufen, damit er ein Mittel fände, um die Arbeiter gegen den schädlichen Einfluss des Lichtes zu beschützen. Um sich einen Begriff über die Unannehmlichkeiten zu bilden, um welche es sich drehte, wohnte er einer Schweissung bei, zu welcher 250—500 Akkumulatoren verwendet wurden. An der Stelle, wo er stand, konnte er nur eine sehr schwache Strahlenwärme verspüren, so dass seine Haut unmöglich stärker erhitzt wurde, als sie es vertragen konnte; trotzdem entwickelte sich eine heftige Entzündung in derselben und in der Schleimhaut der Augen. Maklakow fühlte erst ein allmählich zunehmendes Stechen in der Haut; etwas später bekam er Schnupfen und Tränenfluss; darauf schwollen die Augenlider derart an, dass es unmöglich war, sie zu öffnen; er fühlte eine brennende Hitze in der linken Seite des Gesichts und des Halses, wurde lichtscheu und unruhig. Nach einem kurzen Schlaf nahmen die Symptome ferner zu; am Abend war das Gesicht hochrot und sehr geschwollen, die Schleimhaut auf dem Augapfel war stark geschwollen; dahingegen keine Schwellung der Schleimhaut auf der Innenseite der Augenlider, da diese gegen das Licht beschützt gewesen war. Die Leiden dauerten während der ganzen Nacht; am nächsten Morgen begann die Entzündung in der Schleimhaut der Augen abzunehmen; die Entzündung der Haut nahm indessen bis zum Abend zu; in der folgenden Nacht begann die Oberhaut (Epidermis) in grossen Stücken abzuschälen und nach dem Verlauf einiger Tage war als Rest nach der ungewöhnlich kräftigen Entzündung nichts anderes als eine leichte Braunfärbung der Haut zu sehen.

Der Verlauf dieser Entzündung ist typisch für die Lichtentzündung: sie entstand unter Umständen wo von einer schädlichen Einwirkung der Wärme auf die Haut nicht die Rede sein konnte; die Symptome erschienen erst einige Zeit nach der Lichtaussetzung und erreichten ihren Höhepunkt am Ende des darauf folgenden Tages; schliesslich

hinterliess die Entzündung einen braunen Farbstoff in der Haut. Maklakows Versuch ist eine wertvolle Stütze für die Auffassung, dass die vom Licht hervorgerufene Entzündung in der Haut nicht auf die Wärmestrahlen, sondern auf die chemischen (blauen, violetten und ultra-violetten) zurückzuführen ist. Diese Vermutung wurde schon 1859 von dem berühmten französischen Arzt Charcot aufgestellt, welcher davon ausging, dass die Ursache der Entzündung, welche von dem nur wenig wärmenden elektrischen Bogenlicht ausging, dieselbe wie die vom Sonnenlicht sei. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung wurde doch erst 1889 auf experimentellem Wege von Widmark in Stockholm geführt. Um zu erkennen, ob das Entstehen der Hautentzündung von den äussersten chemischen (ultra-violetten) oder von den äussersten wärmenden (ultra-roten) Strahlen abhängig ist, bediente sich Widmark der Tatsache, dass Bergkristall für beide diese Strahlenarten durchlässig ist, während Glas die ultra-violetten und destilliertes Wasser die ultraroten Strahlen absorbiert. Den Hauptversuch stellte er auf folgende Weise an: das eine Ende eines Metallrohres verschloss er mit einer Bergkristalllinse, in dem anderen Ende brachte er eine, mit einem Loch versehene Glasplatte an, in welcher eine Bergkristallplatte festgekittet war. Diesen kleinen Apparat stellte er vor eine elektrische Bogenlampe von 1200 Normalkerzen Stärke; der Abstand zwischen den Kohlenspitzen der Lampe und der Bergkristalllinse war gleich der Brennweite der Bergkristalllinse; die von der Lampe ausgehenden divergierenden Strahlen wurden also zu parallelen Strahlen gesammelt, welche durch das Metallrohr hindurch und durch die Platte am anderen Ende desselben hinausgingen. Beim Hindurchgehen durch diese Platte verlor die Randpartie des Lichtbündels ihre ultra-violetten Strahlen, indem diese vom Glas absorbiert wurden; die Mitte des Lichtbündels, welche ausschliesslich Bergkristall passiert hatte, enthielt dahingegen alle Strahlenarten des Bogenlichts, also auch die ultra-violetten Strahlen. Widmark liess das Lichtbündel auf die barbierte Haut eines weissen Kaninchens fallen. Falls nun ein Unterschied zwischen der Wirkung der Mitte und des Randes des Lichtfleckens vorhanden war, so konnte er daraus Schlüsse ziehen betreffs der Bedeutung der ultra-violetten Strahlen zur Erzeugung der Entzündung. Es ergab sich ein sehr bedeutender Unterschied, indem die Mitte des Lichtbündels, welche ausschliesslich Bergkristall passiert hatte und demnach reich an ultra-violetten Strahlen war, eine kräftige Entzündung nach 24 Stunden hervorrief, während die Randpartie, welche die ultra-violetten Strahlen bei der Passage durch Glas eingebüsst hatte, gar nicht die Haut beeinflusste. Es liess sich also als bewiesen betrachten, dass die ultra-violetten Strahlen für das Entstehen der Entzündung von grosser Bedeutung sind.

Um den Einfluss der dunklen Wärmestrahlen (ultra-roten Strahlen) zu untersuchen, liess Widmark dieselben bei einem anderen Versuch von Wasser, womit das Rohr zu diesem Zwecke gefüllt war, absorbieren. Die entzündungshervorrufende Wirkung des Lichtes wurde durchaus nicht davon beeinflusst; demnach haben die ultra-roten Strahlen keinen Anteil an derselben.

Zum Schluss konstatierte Widmark, dass das Licht keine Entzündung hervorzurufen vermochte, falls es eine hohle, mit einer schwefelsauren Chininlösung gefüllte Glaslinse passiert hatte. Eine Chininlösung absorbiert die ultra-violetten Strahlen in noch höherem Grade als Glas; sie lässt dahingegen fast alle sichtbaren Strahlen passieren. Da das durch eine derartige Lösung gegangene Licht nicht die

Fig. 8.

Haut beeinflusst, so müssen also ebenfalls die sichtbaren Strahlen bei der Erzeugung von Lichtentzündung eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

Widmark konnte also aus seinen Versuchen schliessen, dass es so gut wie ausschliesslich die ultra-violetten Strahlen sind, die eine Entzündung in der Haut hervorzurufen vermögen.

Später hat Finsen Widmarks Untersuchungen durch folgende Versuche ausgedehnt, die ich teilweise mit seinen eigenen Worten wiedergebe. Er benutzte als Lichtquelle eine 80 Ampères-Bogenlampe mit einer Lichtstärke von über 40000 Normalkerzen. Als Belichtungsobjekt benutzte er die Streckseite seines Armes, wo die Haut weiss und dünn ist. Auf dem Arm war eine Platte aus Bergkristall, eine Anzahl verschieden gefärbter Glasstücke, einige mit Tusch gemalte Buchstaben und Streifen, sowie eine Salbe angebracht, deren beschützende Wirkung er aus Rücksicht für einen Patienten prüfen wollte, dessen Haut für Lichteinwirkung besonders empfindlich war. Beifolgendes Bild (Fig. 8)

stellt eine Photographie des Armes vor der Belichtung vor. Man sieht der Ellbogenkrümmung zunächst eine runde Bergkristallplatte, darauf kommen 5 längliche Stücke Glas in der Reihenfolge rot, gelb, grün, blau, ungefärbt. Am weitesten nach unten am Handgelenk sieht man einen Streifen der aufgestrichenen Salbe. Ausserdem waren mit Tusche zwei Buchstaben neben der Bergkristallplatte sowie Streifen gemalt, welche die Glasstücke miteinander verbanden. Den Arm setzte Finsen nun dem Licht einer 80 Ampères-Bogenlampe aus; er hielt ihn anfangs in einer Entfernung von 50 cm von der Lampe, da aber die Hitze hier ziemlich stark wurde und es gerade darauf ankam Wärmewirkung zu vermeiden, versetzte er ihn nach 10 Minuten in einen Abstand von 75 cm; die Belichtung wurde in diesem Abstande 10 Minuten lang fortgesetzt. Darauf entfernte Finsen die Glasstücke und wusch die Tusche ab.

Die Haut zeigte sich sofort, auch auf den zugedeckten Stellen, gleichmässig rot; dies rührte offenbar von Gefässerweiterung infolge Wärme her; die Röte hatte daher auch zwei Stunden nach Schluss der Belichtung etwas nachgelassen; die Haut war zu diesem Zeitpunkt noch gleichmässig rot, so dass die spezifische Lichtentzündung sich also noch nicht zu entwickeln begonnen hatte. Noch eine Stunde später hatte die Röte dahingegen auf den nicht bedeckt gewesenen Stellen etwas zugenommen, so dass die zwei mit Tusche gezeichnet gewesenen Buchstaben gerade als bleiche Partien zu unterscheiden waren; nun hatte also die Lichtentwickelung begonnen sich geltend zu machen. Am nächsten Morgen konnte das Resultat in scharfen Umrissen abgelesen werden. Wo die Haut unbedeckt gewesen war, war sie nun dunkelrot und heiss, an den mit Tusche bedeckt gewesenen Stellen war sie dahingegen ganz weiss und normal; die zwei Tuschbuchstaben und Streifen zeichneten sich scharf ab — weiss auf rotem Grund. Die Gefässerweiterung, welche eine Folge der Erhitzung war, hatte sich also verzogen, während die Lichteinwirkung ihre volle Entwickelung im Laufe der Nacht erreicht hatte. An den Stellen, wo die Salbe und die fünf Glasstücke angebracht gewesen waren, war die Haut ebenfalls weiss; also selbst ungefärbtes Glas beschützte die Haut vollständig trotz der bedeutenden Lichtstärke, welche angewendet wurde. Auf dem Platz der Bergkristallplatte hatte die Haut dahingegen dieselbe Farbe und war ebenso warm und empfindlich wie auf den unbedeckten Partien. Die Stelle zeichnete sich doch deutlich durch ein paar weisse Flecken ab, wo keine Beeinflussung der Haut eintrat, weil der Fischleim, womit die Platte befestigt gewesen war, die wirksamen Strahlen aufgesogen hatte. Die Röte hielt sich ein paar Tage lang stark und nahm darauf, eine stark bräunliche Farbe hinterlassend, gradweise unter Abschilferung ab; noch $2^1/_2$ Monate später konnte man die zwei Buchstaben lesen, und 5 Monate später waren noch

die weissen, von den Glasplatten gebildeten Streifen zu unterscheiden. Die Photographie, nach welcher beigefügtes Bild (Fig. 9) reproduziert ist, ist zwei Tage nach der Belichtung ausgeführt.

Dieser Versuch hatte eine ausserordentlich grosse Bedeutung für die Entwickelung der Technik bei der Lichtbehandlung von Lupus. Finsen konnte nämlich daraus schliessen, dass selbst bei Anwendung eines noch so kräftigen Lichtes, die sichtbaren (blauen und violetten) chemischen Strahlen ungefähr wertlos für die Erzeugung der Hautentzündung sind; wünscht man eine kräftige Entzündung hervorzurufen — was gerade bei der Lupusbehandlung notwendig ist —, so muss das Licht eine möglichst grosse Menge ultra-violetter Strahlen enthalten. Bei dem Gebrauche von konzentriertem elektrischem Licht kann man

Fig. 9.

daher — wie der Versuch zeigte — nur Bergkristalllinsen zur Konzentration verwenden. Infolge dieses Versuches führte Finsen daher Konzentrationsapparate mit derartigen Linsen ein. Die erzielten Resultate der Behandlung ergaben später, dass es eine sehr bedeutende Verbesserung war.

Wie ich in den einleitenden physikalischen Bemerkungen erklärt habe, enthält das Sonnenlicht nicht annähernd so viele ultra-violette Strahlen wie das elektrische Bogenlicht. Es ist deshalb nicht gesagt, dass das, was für die eine Lichtart gilt, auch für die andere geltend gemacht werden kann; es wäre denkbar, dass die blauen und violetten Strahlen im Sonnenlicht sich in höherem Grad als im elektrischen Licht geltend machten. Um zu entscheiden, ob dies der Fall ist, und ob andere Strahlenarten als die ultra-violetten überhaupt imstande sind Entzündung in der Haut hervorzurufen, stellte Finsen folgenden Versuch an.

Das Sonnenlicht wurde auf die Weise konzentriert, dass es durch einen Sammelapparat ging, der aus einem kegelförmigen Metallbehälter bestand, welcher in dem einen Ende mit einer Bergkristalllinse, in dem

anderen mit einer planen Bergkristallplatte geschlossen war. Finsen hatte den Apparat mit Wasser gefüllt, weil dieses das Licht durch Absorption der stark wärmenden ultra-roten Strahlen abkühlt, und demnach Verbrennung der Haut verhinderte. Nachdem der von diesem Apparat ausgehende Lichtkegel erst eine Platte aus Bergkristall oder verschieden gefärbtem Glas (klar, blau, grün, orange und rot) passiert hatte, wurde er je fünf Minuten lang gegen die Haut gerichtet. Um sich ausserdem dagegen zu sichern, dass die Haut nicht zu einer Temperatur erhitzt wurde, die sie nicht vertragen konnte, liess Finsen während des Versuches kaltes Wasser über die belichtete Stelle rieseln. Als Resultat dieser Versuche ergab sich eine Reaktion der Haut mit der gewöhnlichen Entzündung auf den drei Stellen, welche einem, durch Bergkristall, klares Glas oder blaues Glas passierten Licht ausgesetzt gewesen waren; betreffs der anderen Farben zeigte sich nicht die geringste Reaktion. Das blaue Glas liess den grössten Teil der blauen und violetten Strahlen passieren, die drei anderen farbigen Gläser absorbierten dahingegen die chemischen Strahlen vollständig. Es lässt sich also aus diesem Versuche schliessen, dass nicht nur die ultravioletten Strahlen — wie bei dem vorhergehenden Versuche nachgewiesen —, sondern auch die blauen und violetten die spezifische Lichtentzündung hervorrufen können, wenn deren Fähigkeit dazu auch bedeutend schwächer ist. Dass sie bei dem vorhergehenden Versuch gar nicht zu beobachten war, beruhte unzweifelhaft auf der Nicht-Konzentration des Lichtes. Die roten, gelben und grünen Strahlen sind dahingegen, selbst bei der Anwendung eines so kräftigen Lichtes wie konzentriertes Sonnenlicht, vollständig wirkungslos.

Verschwindet die vom Licht hervorgerufene Entzündung, so wird die Haut bekanntlich braun; dies beruht auf der Absetzung eines braunen Farbstoffes in der Oberhaut („Pigment“ ist der arzneiwissenschaftliche Fachausdruck für Farbstoffe im Organismus). In unserem Klima wird das Pigment im Frühjahr abgesetzt, es vermehrt sich im Laufe des Sommers und verschwindet wiederum im Herbst und Winter. In südlicheren Ländern hält es sich während des ganzen Jahres und bei den Völkerrassen der warmen Länder findet es sich in grosser Menge. Die Farbe der Haut hängt nur von der Menge des Farbstoffes ab; das Pigment der farbigen Rassen ist nämlich von gleicher Natur wie das unsere. Dies, dass die Farbe der Haut bis zu einem gewissen Grad im Verhältnis zu dem Breitegrad steht, unter welchem die betreffende Völkerschaft lebt, könnte auf ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Hautfarbe und der Wärme oder dem Licht der Sonne deuten. Ein derartiges Abhängigkeitsverhältnis wurde auch beständig angenommen, wenn man erklären sollte, warum die Bewohner der Tropen, und unter diesen besonders die Neger, farbig sind. Betreffs dieses Punktes wie betreffs

mehrerer anderen ist man geneigt gewesen, das Hauptgewicht der Wärme beizumessen und gar keine Rücksicht auf die Möglichkeit zu nehmen, dass auch andere Bestandteile des Sonnenlichtes wie dessen Wärmestrahlen Einfluss auf den menschlichen Organismus haben könnten. Im Einklange hiermit hat man bis vor wenigen Jahren die schwarze Farbe der Neger entweder dadurch erklärt, dass die Wärme eine unvollständige Oxydation der Stoffwechselprodukte des Organismus bewirken sollte, so dass ein Teil derselben nicht zu Kohlensäure verbrennen, sondern als Kohlenstoff in der Haut abgelagert würde, oder derart, dass sich infolge der Ernährung durch die sehr kohlenstoffhaltige Pflanzenkost Kohlenstoff in der Haut ablagern sollte. Darwin vertrat bezüglich dieser Frage eine ganz andere Ansicht. Er hatte bemerkt, dass die Farbe der Haut und der Haare manchmal auf erstaunliche Weise im Verhältnis zu einer vollständigen Unempfänglichkeit gegen die Wirkungen gewisser Pflanzengifte und Ansteckungsstoffe steht. Darwin war daher auf den Gedanken gekommen, die Möglichkeit des Ursprungs der Farbe der Neger und anderer farbigen Rassen dahin zu deuten, dass die dunklen Individuen von den tödlichen Seuchen ihres Vaterlandes während einer langen Reihenfolge von Generationen nicht angegriffen worden waren, während die weissen Individuen ausstarben und demnach die schwarze Farbe durch Vererbung alleinherrschend wurde.

Alles dies waren indessen nur Hypothesen; bestimmte Anhaltspunkte bekam man erst durch einen Versuch, den Finsen 1892 ausführte. Um die schwarze Farbe der Neger nachzuahmen, malte er mit Tusche einen ca. 2 Zoll breiten Gürtel um seinen Unterarm und setzte diesen ungefähr 3 Stunden lang kräftiger Sommersonne aus. Da er danach die Tusche abwusch, war die sich unter derselben befindliche Haut ganz normal und weiss, während sie auf dem übrigen Teil des Armes ein rotes Aussehen hatte und innerhalb einiger Stunden stark entzündet wurde. Da sich die Entzündung verzogen und eine kräftige Pigmentierung hinterlassen hatte, setzte er den Arm wiederum dem Sonnenlicht aus, jedoch ohne ihn dieses Mal zu schwärzen. Das Resultat wurde nun dem früheren ganz entgegengesetzt: es entstand Entzündung auf dem weissen, ringförmigen Teil der Haut, wo der Tuschstreifen bei dem vorigen Versuch gewesen war, während keine Veränderung des übrigen braunen Teiles eintrat. Ein ganz entsprechendes Verhältnis ist dasjenige, dass die Haut im Frühjahr, wenn sie bleich ist, leicht sonnenverbrannt wird, dahingegen verträgt sie im Sommer, wenn sie braun geworden ist, selbst den kräftigsten Sonnenschein.

Nach Finsens Versuch herrscht kein Zweifel, dass es die Aufgabe des Pigmentes ist, die tiefer liegenden Teile gegen die schädliche Einwirkung des Lichtes zu beschützen. Es kann diese Aufgabe erfüllen, da es gerade die chemischen Lichtstrahlen, welche Entzündung her-

vorrufen, absorbiert, während es die unschädlichen roten, gelben und grünen Strahlen passieren lässt. Ausserdem liegt das Pigment in der tiefen Schicht der Oberhaut in Form von kleinen gelbbraunen Körnern und kann demnach die Lederhaut und die in derselben verteilten feinen Nerven und Blutgefässe schützen.

Die dunkle Hautfarbe der tropischen Völker hat also gar nichts mit dem warmen Klima zu tun, sie ist eine der nützlichen Vorkehrungen, deren Aufgabe ausschliesslich darin besteht, gegen die schädliche Wirkung der blauen, violetten und ultravioletten Strahlen zu schützen. Es ist doch wahrscheinlich, dass die Vererbung ein in Betracht zu ziehender Faktor ist.

Diese Beschützung gegen die Wirkung der chemischen Lichtstrahlen ist offenbar für den Organismus ganz notwendig; denn die Farbe der Haut wird nach der Stärke des Sonnenlichtes eingestellt, dem sie ausgesetzt ist. Je südlicher die Europäer wohnen, desto dunkler wird ihre Haut, und die Haut eines Negers bleicht, wenn er sich längere Zeit in den nördlichen Ländern aufhält.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen finden sich bei den Tieren. Auch die Haut des Rindes kann sonnenverbrannt werden; in solchem Fall beschränkt sich die Entzündung fast ausschliesslich auf die nichtpigmentierten Teile der Haut. Es kann bei mit Buchweizen gefütterten Rindern und Schafen, falls die Haut der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wird, ein eigentümlich blasenförmiger, von allgemeinem Unwohlsein begleiteter Ausschlag entstehen. Es dreht sich offenbar um eine Futtervergiftung, aber das Licht trägt zum Entstehen der Krankheit bei; denn im Dunkel stehende Tiere zeigen keine Krankheitssymptome, und nur die Haut der weissen Tiere und der weisse Teil der Haut der scheckigen Tiere wird bei einer Lichtaussetzung angegriffen. Hiermit stimmt ein von Wedding erwähnter Versuch: Eine weisse Kuh, welche er auf der einen Seite schwarz gemalt hatte, bekam auf dieser Seite keinen Ausschlag, sondern nur auf der weissen Hälfte der Haut.

Finsen hat darauf aufmerksam gemacht, dass die der Jahreszeit entsprechende Veränderung der Farbe der Polartiere — viele derselben sind bekanntlich im Winter weiss und im Sommer dunkel —, aller Wahrscheinlichkeit nach, ebenso wie das entsprechende Phänomen bei Menschen, den Zweck hat, das Tier gegen zu starke Einwirkung des Lichtes zu beschützen und überhaupt die Farbe nach der zu jeder Zeit vorhandenen Lichtmenge anzupassen. Ausser diesem spielen doch wahrscheinlich auch andere Verhältnisse eine Rolle.

Dass der Rücken dunkler als der Bauch ist, ist bekanntlich eine für fast alle höheren Tiere geltende Regel. Auch dies betrachtet Finsen als eine Folge dessen, dass der Rücken der Einwirkung des Lichtes am

meisten ausgesetzt ist. Er macht u. a. darauf aufmerksam, dass die Scholle diesbezüglich sehr interessante Verhältnisse darbietet. Sie ist nicht wie andere Tiere auf dem Rücken pigmentiert, sondern — in Übereinstimmung mit ihrem schiefen Bau — auf der nach oben gewendeten und demnach der Einwirkung der chemischen Strahlen des Lichtes ausgesetzten Seite. Die chemischen Strahlen werden nämlich in nur geringem Grade vom Wasser absorbiert und vermögen also in grosse Tiefen hineinzudringen. Die „umgekehrten" Schollen sind ebenfalls auf der dem Licht zugewendeten Seite pigmentiert.

Sehr interessante Verhältnisse sind beim Chamäleon zu beobachten. Während die Hautfarbe anderer Tiere nur für die Dauer längerer Zeiträume den Lichtverhältnissen angepasst wird, kann das Chamäleon sich gegen einen unangenehmen Lichteindruck, durch Vorschieben beweglicher pigmentierter Zellen gegen die Oberfläche der Haut schützen; bei Abnahme des Lichtes lagern sie sich wiederum tiefer in der Haut. Durch dieses Verschieben der Pigmentzellen verändert das Tier die Farbe; im Dunkel ist es weisslich, aber bei langsamem Übergang zu kräftigem Licht wird es beständig dunkler bis braunschwarz. Auch diese Pigmentzellen haben die Aufgabe, das Tier gerade gegen die chemischen Lichtstrahlen zu beschützen. Der berühmte Physiolog Paul Bert hat gefunden, dass die Pigmentzellen gar nicht ihre Lage verändern, wenn das Tier rotem oder gelbem Licht ausgesetzt wird, während die blauen und die violetten Strahlen eine sehr kräftige Farbenveränderung hervorrufen. Paul Bert fand ebenfalls, dass bei Belichtung der einen Körperhälfte des Tieres durch ein rotes, der anderen dahingegen durch ein blaues Glas, sich der letztgenannte Teil fast augenblicklich dunkel färbte, während sich die dem roten Licht ausgesetzte Partie lange Zeit weisslich hielt.

Ausser der Fähigkeit, Entzündung mit darauffolgender Pigmentbildung hervorzurufen, übt das Licht eine Einwirkung auf die Haut aus, welche Finsen nachwies durch den Versuch, welchen ich S. 11 beschrieben habe.

Ich erwähnte, dass ca. vier Monate nach der Ausführung des Versuches die Haut noch so pigmentiert war, dass man die von den Glasstücken gebildeten weissen Streifen unterscheiden konnte. Ein paar Monate später waren sie dahingegen nicht mehr zu sehen, die Haut des Armes hatte eine gleichmässige Färbung, ohne Zeichnung. Finsen beobachtete nun, dass die Zeichen beim Reiben der Haut wieder zum Vorschein kamen, indem die von den Glasstücken bedeckt gewesenen Partien nicht so rot wie ihre Umgebung wurden. Diese Partien, welche nicht entzündet gewesen waren, mussten ja als normal zu betrachten sein. Wenn also der entzündet gewesene Teil beim Reiben röter wurde, so musste dies eine Folge des Umstandes sein, dass hier unter der Ein-

wirkung des Lichtes eine Gefässerweiterung eingetreten war, die sich 5—6 Monate, also ein paar Monate länger als das Hautpigment hielt. Ein paar Jahre vorher hatte Finsen durch mikroskopische Untersuchung eine Erweiterung der feinsten Gefässe eines Kaulfrosches bei Belichtung konstatiert.

Diese Erweiterung der feinsten Gefässe der Haut kann zweifellos bei jeder nur einigermassen starken und langwierigen Lichtaussetzung entstehen, vorausgesetzt, dass das Licht genügend viele chemische und da besonders ultra-violette Strahlen enthält. Dass dies eine Bedingung ist, zeigt Finsens Versuch, da die Gefässerweiterung an den Stellen ausblieb, die von den Glasplatten bedeckt und demnach keiner Beeinflussung durch die ultra-violetten Strahlen ausgesetzt gewesen waren.

Etliches spricht dafür, dass die Lichtaussetzung der Haut, dieser gefässerweiternden Wirkung zufolge, einen ähnlich günstigen Einfluss auf die Funktionen der Haut, wie das Baden, besitzen kann. Selbst wenn es nicht erlaubt ist, von einer notwendigerweise lebhafteren Blutzuströmung infolge der Erweiterung der Gefässe auszugehen, so muss auf jeden Fall eingeräumt werden, dass sie Bedingungen für ein stärkeres Blutfüllen und dadurch für eine bessere Ernährung schafft.

Nicht nur eine einzelne kürzer dauernde, aber kräftige Belichtung diese Gefässerweiterung hervorrufen; eine weniger intensive, aber ankann dauernde Belichtung übt dieselbe Wirkung aus. Hierin ist die Ursache zu suchen, dass die beständig entblössten Körperteile eine stark rote oder rotbraune Farbe annehmen. Nur die rote Farbe der Wangen scheint eine Rasseneigentümlichkeit zu sein, die nicht viel mit der Beeinflussung von aussen zu tun hat. Man neigt im allgemeinen zu der Annahme, dass die rote Farbe der unbedeckten Haut wesentlich auf Temperaturveränderungen, besonders auf Kälte zurückzuführen ist. Nach Erfahrungen von Nordpolexpeditionen zu urteilen, scheint die Kälte doch nicht als die alleinige Ursache zu betrachten zu sein. Auf Nordenskjölds Expedition 1872—1873 wurde die Beobachtung gemacht, dass die Teilnehmer im Frühjahr, wenn die Polarnacht endete, bleich waren; der Arzt der Expedition beschreibt die Farbe als: „bleich, an gelbgrün grenzend, ähnlich wie bei in einem dunklen Raum gezüchteten Pflanzen". Bei Erörterung dieser Beobachtung im Upsala Ärzteverein wurde dagegen der Einwand erhoben, dass die Hautfarbe vielleicht in Wirklichkeit nicht bleich war, sondern es nur infolge des durch den langwierigen Aufenthalt im Dunkel veränderten Farbensinns der Teilnehmer der Expedition zu sein schien.

Um zu untersuchen, ob dies der Fall war, wurde es bestimmt, dass einer der Teilnehmer an der Spitzbergen-Expedition des Jahres 1883 in der ersten Zeit nach dem Wiedererscheinen der Sonne fortfahren sollte, sich im Dunkel aufzuhalten, bis die Haut der anderen Teilnehmer

ihre natürliche Farbe wieder angenommen hatte. Ingenieur Andrée erbot sich zu dieser unangenehmen Mission und hielt sich vom 24. Januar 1883, da sich die erste Dämmerung zeigte, bis zum 21. Februar, da es so hell wie an einem Wintertag in Schweden war, im Dunkel und in künstlicher Beleuchtung auf. Zuerst untersuchten die anderen Teilnehmer gegenseitig ihre Hautfarbe; sie waren alle darüber einig, dass sie bleich, mit einem rötlichen Anflug waren und rote Wangen hatten. Darauf kam Andrée zum Vorschein; er war mit den anderen vollständig einig über ihr Aussehen; sein Farbensinn war also gleich dem der anderen, die sich ans Tageslicht gewöhnt hatten. Ebenfalls waren alle darüber einig, dass Andrées Hautfarbe ziemlich stark gelbgrau war, also so, wie es die Teilnehmer der vorigen Expedition beschrieben hatten. Es kann also kein Zweifel herrschen, dass die Haut im Winterdunkel der Polargegenden bleich wird, wenn sie längere Zeit hindurch nicht dem gefässerweiternden Einfluss des Lichtes ausgesetzt ist.

Trotzdem, dass die Teilnehmer der Expedition einen Winter in Spitzbergens äusserst rauher Witterung gelebt hatten, besassen sie doch eine feine und weisse Haut — in dem schwedischen Bericht werden die Ausdrücke „blek som en stadsflicka“ und „alldeles som ett fint stadsfruentimmer“ benutzt. Dass die entblösste Haut in unserem Klima eine rote Farbe bekommt, kann also nicht der Kälte zugeschrieben werden; von der Wärme als Ursache kann ebenfalls nicht die Rede sein; denn die Menschen, welche beständig starker Wärme ausgesetzt sind — z. B. Bäcker, Metallgiesser, Heizer —, sollen gerade zum Bleichwerden neigen. Aller Wahrscheinlichkeit nach muss also das Licht der Hauptgrund sein, dass eine beständig entblösste Haut rot wird. Finsen neigt doch zu der Annahme, dass, selbst wenn die Kälte allein die Hautröte nicht hervorbringen, sie doch die Fähigkeit des Lichtes zur Gefäss-Erweiterung unterstützen kann.

Es gibt — ausser Lichtentzündung — Hautkrankheiten, die vom Sonnenlicht hervorgerufen, oder deren Entstehen auf jeden Fall vom Sonnenlicht begünstigt wird. Vor allen Dingen gilt dies von gewöhnlichen Sommersprossen. Von einzelnen Seiten wird zwar bestritten, dass die Sommersprossen etwas mit Sonnenlicht zu tun haben, aber dieser Standpunkt ist sicher ganz einseitig; für eine unparteiische Betrachtung scheint kein Zweifel herrschen zu können, dass die Sommersprossen durch die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Haut entstehen.

Die Haut einzelner Menschen ist bei Lichtaussetzung in ungemein hohem Grad für Entzündung empfänglich. Ein typischer, aber ganz gewiss ungewöhnlicher Fall dieser Art ist von Veiel beschrieben. Es dreht sich um eine ältere Dame, welche von ihrer Jugend an jeden Frühling einen nässenden Gesichtsausschlag bekam, der während des

ganzen Sommers andauerte. Blieb sie im Hause solange die Sonne am Himmel stand, so fehlte ihr nichts, doch war die Haut auf der dem Fenster zugekehrten Seite des Gesichts beständig etwas irritiert. Da sie sowohl dunkle Wärmestrahlen (z. B. von einem Ofen) und Lampenlicht vertrug, das arm an chemisch wirksamen Strahlen war, so konnten hier nur die chemischen blauen, violetten und ultra-violetten Strahlen im Sonnenlicht in Betracht kommen. Der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme war, dass ihre Haut selbst bei stärkstem Sonnenlicht nicht irritiert wurde, nachdem sie auf Veiels Rat einen Schleier von gesättigt roter Farbe trug.

Die Anwendung dieses Schutzmittels ist in jedem Fall anwendbar, wo die Haut besonders empfindlich gegen Sonnenlicht ist, oder ungewöhnlich kräftigem Licht ausgesetzt wird. Nach dem Rat Unnas lässt sich auch zum Schutz des Gesichtes ein dichter, gelber (z. B. kurkumafarbiger) Schleier verwenden, der ebenso wie rote Stoffe den grössten Teil der chemischen Strahlen des Lichtes zurückhält.

Man kann seine Haut auch gegen schädliche Beeinflussung des Lichtes, z. B. unter Gletscherwanderungen, auf bedeutend einfachere Art durch Aufschmieren einer Lösung schwefelsauren Chinins auf die Haut beschützen. Diese Methode hat Hammer auf experimentellem Wege gefunden. Zuerst versuchte er die Haut zu beschützen, indem er sie mit verschiedenen, gewöhnlich zu diesem Zweck gebrauchten Stoffen, z. B. Vaselin, Cold-Cream, Borsäureglyzerin, einschmierte, aber sie übten gar keine Wirkung aus; einen geringen Schutz erreichte er dahingegen durch Pudern der Haut, offenbar wegen der Undurchdringlichkeit des Puders für Licht. Hammer, der Widmarks früher erwähnten Versuch kannte, ging nun davon aus, dass es hauptsächlich darauf ankäme, die ultra-violetten Strahlen auszuschliessen und dass sich dies am leichtesten erreichen liess, indem er eine Lösung schwefelsauren Chinins auf die Haut pinselte. Dieser Stoff absorbiert nämlich die ultra-violetten Strahlen. Die kräftigste Wirkung wurde beim Gebrauch einer konzentrierten wässerigen, schwach sauren Chininlösung erzielt, die, um Eintrocknung zu verhindern, beständig auf die Haut gepinselt wurde; praktischer ist eine Lösung in Glyzerin oder Glyzerinsalbe, da diese Stoffe nicht verdampfen; auch diese Lösungen schützten die Haut recht gut. Selbst wenn die wässerige Chininlösung eintrocknete, so dass die Kristalle die Haut wie ein dünner, weisser, silberglänzender Überzug deckten, wurde die Haut fast nicht entzündet.

Zufällig bot sich für Hammer Gelegenheit, den praktischen Wert seiner Untersuchungen festzustellen, indem einer seiner Patienten, dessen Haut ebenso wie bei der früher erwähnten Dame abnorm stark empfindlich gegen Sonnenlicht war, mit ausgezeichnetem Erfolg eine Chininglyzerinsalbe benutzte.

Die Vermutung liegt nahe, dass, wenn die chemischen Strahlen des Lichtes Entzündung in der Haut hervorrufen können, sie auch Einfluss auf den Verlauf einer Entzündung anderen Ursprungs haben müssen. Diesem Raisonnement liegt Finsens Behandlung von Pockenpatienten in Zimmern zugrunde, aus welchen die chemischen Strahlen durch Anbringen roter Vorhänge vor den Fenstern ausgeschlossen sind.

Zum Verständnis, wie die Behandlung in rotem Licht den Verlauf der Hautentzündung beeinflussen kann, und welche Bedeutung dies für den Verlauf der Krankheit hat, sind einige Bemerkungen über die Pockenkrankheit notwendig. Es ist eine ansteckende Krankheit, deren charakteristisches Symptom ein Hautausschlag typischen Aussehens ist. Der Pockenausschlag hat anfangs die Form von kleinen roten Flecken, welche sich innerhalb einiger Tage zu kleinen Knoten entwickeln; auf der Spitze dieser Knoten bilden sich Bläschen, die anfangs wasserklar sind, allmählich mehr und mehr trübe werden, bis sie nach ca. 6 Tagen aus reinem Eiter bestehen. Diese eitergefüllten Bläschen stehen so dicht, dass sie in grössere Flächen verschmelzen; besonders dicht stehen sie in der Regel im Gesicht und auf dem Rücken der Hand sowie an den Stellen, wo die Haut dem Druck von Zeug oder dergl. ausgesetzt gewesen ist. Berstet die die Bläschen deckende Oberhaut, so bilden sich grosse nässende Wunden; auch die Haut zwischen den Bläschen wird geschwollen und rot; die Augenlider sind häufig derart geschwollen, dass sie nicht geöffnet werden können. Der Patient befindet sich in einem äusserst qualvollen Zustand. Nach ungefähr einer Woche langem Bestehen der eitergefüllten Bläschen trocknen sie zu Schorf ein und werden nach einigen Tagen abgestossen. Nun ist der krankhafte Prozess in der Haut beendigt; aber überall, wo die eitergefüllten Bläschen gesessen haben, sind tiefliegende Narben zurückgeblieben. Bildet sich aus diesem oder jenem Grunde kein Eiter in den Bläschen, so hinterlassen sie dahingegen keine Narben.

Nicht allein in Rücksicht auf die Narbenbildung ist das beschriebene Stadium der Krankheit das entscheidende; in diesem Stadium treten auch die meisten Todesfälle auf. Nachdem der Kranke den schweren Angriff in den ersten Tagen der Krankheit überstanden hat, erwartet ihn eine ganze Woche hindurch Ermattung und Entkräftigung wegen der reichlichen Absonderung von Eiter und dem daraus folgenden starken Fieber. Unter diesen Umständen tritt eine Verschlimmerung des Allgemeinbefindens ein, die häufig verhängnisvoll wird.

Das Fieber ist direkt von der Eiterbildung abhängig; liesse sich diese vermeiden, so dass die Bläschen schon eintrockneten, während sie klare Flüssigkeit enthielten, so würde also viel gewonnen sein. Alle die Todesfälle, welche nicht eine direkte Folge der Pockenansteckung wären, sondern auf das Hautleiden und die von diesem abhängigen

Symptome zurückzuführen sind, würden vermieden, man erzielte eine bedeutende Verkürzung des Verlaufs der Krankheit und endlich entginge der Patient den entstellenden Pockennarben. Gerade hierauf zielt Finsens Behandlung in rotem Licht.

Finsen machte 1893 zum erstenmal den Vorschlag diese Behandlungsmethode zu prüfen. Während seiner literarischen Studien über die Wirkung des Lichtes auf die Haut hatte er gefunden, dass Picton 1832 sowie Black 1867 und Barlow and Waters 1871 ausgezeichnete Resultate durch Unterbringung der Patienten im Dunkeln erreicht hatten, indem sich in den Bläschen kein Eiter bildete; diese Bläschen hinterliessen daher keine Narben und die Krankheit verlief bedeutend schneller und leichter. Diese Beobachtungen hatten indessen nur sehr wenig Glauben gefunden und waren schnell in Vergessenheit geraten, offenbar weil es für die Ärzte der damaligen Zeit als ganz unglaublich galt, dass das Licht irgendwelchen Einfluss auf den Pockenausschlag haben könnte. Diese Behandlungsweise wurde daher als ebenso unnütz eingeschätzt, wie alle die unzähligen anderen, welche im Laufe der Jahre als Mittel zur Vermeidung von Eiterbildung in den Bläschen vorgeschlagen waren. Wahrscheinlich haben auch vier Todesfälle, die unter Barlows Patienten eintraten, dazu beigetragen, dass diese Behandlungsweise in Vergessenheit geriet, da Barlow meinte, die Todesfälle dem Dunkel zuschreiben zu müssen.

Finsen machte nun darauf aufmerksam, dass nach unserer jetzigen Kenntnis betreffs der Wirkung des Lichtes auf die Haut gerade Grund vorhanden wäre, diese Beobachtungen als korrekt zu betrachten. Wenn die chemischen Strahlen des Lichtes Entzündung in gesunder Haut hervorrufen können, so ist die Annahme nicht ungerechtfertigt, dass sie auch eine schon vorhandene Entzündung verschlimmern, d. w. s. bewirken können, dass die Bläschen anstatt klarer Flüssigkeit Eiter enthalten. Im bejahenden Falle wäre also eine Vermeidung der Eiterbildung durch Ausschliessung der chemischen Strahlen des Lichtes möglich. Für den Einfluss des Lichtes auf den Pockenausschlag spricht auch die Tatsache, dass die Pockennarben in der Regel am tiefsten und zahlreichsten an dem Teil des Körpers auftreten, der dem Licht am meisten ausgesetzt ist, nämlich im Gesicht und auf den Handrücken. Finsens Auffasssung wurde ausserdem von der Beobachtung gestützt, welche Browne 1865 machte; er hatte die Hälfte des Gesichts eines Pockenpatienten mit gelbfarbiger Gelatine überschmiert und diese Hälfte blieb narbenfrei.

Aller Wahrscheinlichkeit nach hat die Unannehmlichkeit der Dunkelbehandlung dazu beigetragen, dass sie nur in einigen wenigen Fällen geprüft wurde. Auf Basis experimenteller Erfahrung der späteren Jahre konnte Finsen die Behandlungsweise gelinder machen. Da er

wusste, dass die Haut nur von den chemischen Strahlen des Lichtes irritiert wurde, konnte er mit Sicherheit davon ausgehen, dass er ganz dasselbe erreichen würde, falls er diese Strahlen ausschlösse, indem er das Krankenzimmer mit roten Fenstern oder roten Vorhängen vor den Fenstern versähe, als wenn er das ganze Tageslicht ausschlösse. Die Dunkelbehandlung, welche in Vergessenheit geraten war, weil sie anscheinend gegen die gesunde Vernunft anging, wurde also durch eine wissenschaftlich begründete Methode ersetzt: Behandlung in rotem Licht.

In der neuesten Zeit, nachdem die ausgezeichnete Wirkung von Finsens neuer Behandlungsmethode konstatiert war, erschienen interessante Mitteilungen, aus denen es hervorging, dass der Ursprung zu dieser Behandlung bedeutend weiter als im Jahre 1832 zurücklag, da Picton zum ersten Male einen Pockenpatienten im Dunkel behandelte. Der medizinische Geschichtsforscher Herr Prof. J. Petersen wies nämlich nach, dass das Erscheinen dieser Methode einer der nicht ungewöhnlichen Ausschläge des Kreislaufs in der Entwickelung der Medizin ist, welchen die Historiker auf etlichen Gebieten nachzuweisen vermögen. Uralte Behandlungsmethoden, welche wahrscheinlich aus der Volksmedizin des Altertums und des Mittelalters stammen, sind im Laufe der Jahrhunderte in Vergessenheit geraten, erscheinen aber wiederum in einer neuen und besseren Gestalt, nämlich nicht allein auf reine Erfahrungsbasis gestützt, sondern auf naturwissenschaftliche Forschung der Gegenwart.

Schon im frühen Mittelalter wurden die Pockenpatienten in rotem Licht behandelt; diese Behandlungsweise wird schon im 12. Jahrhundert mit Anerkennung erwähnt. Der königlich englische Leibarzt Gaddesden (ca. 1300), welcher den pockenkranken Sohn des Königs behandelte, schreibt: „Ich machte alles um sein Bett rot, und es ist eine gute Kur; ich kurierte ihn ohne Pockennarben". Der Patient bekam also keine Narben, was sonst fast immer eine Folge der Krankheit war.

In den folgenden Jahrhunderten scheint die Methode ihren Ruf bewahrt zu haben; z. B. erwähnt der berühmte dänische Arzt Thomas Bartholin sie im 17. Jahrhundert als allgemein anerkannt und versucht sie rationell zu begründen. Die Ärzte jener Zeit betrachteten es als sehr vorteilhaft, einen möglichst kräftigen Ausschlag zu bekommen; Bartholin meinte nun, dass dies am leichtesten geschähe, wenn das Blut in die Haut emporgezogen würde, und er dachte sich, dass die rote Farbe der Umgebung dies durch Irritation der Haut zu bewirken imstande sein müsste auf dieselbe Weise wie Ochsen durch rotes Tuch irritiert werden. Trotz dieser sehr schwachen Begründung wurde die Behandlung in rotem Licht noch im 18. Jahrhundert angewendet, da der berühmte Montpellier-Arzt Fouquet in einer Abhandlung über Pocken mitteilte, dass man in seiner Kindheit die Pockenpatienten in

scharlachrotes Zeug kleidete und sie in einem von Gardinen desselben Stoffes umgebenen Bett liegen liess.

Erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts verschwand diese Behandlungsmethode wie so viel anderes, wofür man keine wissenschaftliche Begründung finden konnte und was die skeptischen Ärzte dieses Zeitalters deshalb als alten Aberglauben betrachteten. In einzelnen Gegenden hat sie sich doch in der Volksmedizin hinein bis zur Gegenwart gehalten. Capitanovitz hat z. B. mitgeteilt, dass es in Rumänien alte Volkssitte sei, das Gesicht und die Hände der Pockenpatienten mit einem Stück roten Tuches zu bedecken. Auch hier hat sich die alte Bartholinsche Anschauung gehalten, über die vorteilhafte Einwirkung der roten Farbe auf den Verlauf der Krankheit durch Begünstigung des Ausbruches des Ausschlags.

Sogar die eingeborene Bevölkerung in Tonkin hat die Beobachtung gemacht, dass die Pockenpatienten am leichtesten gesund werden, wenn man sie in einer mit roten Decken geschlossenen Alkove anbringt. Der französische Marinearzt Lassabalie schreibt, dass die Eingeborenen von der Vortrefflichkeit dieser Behandlungsmethode so überzeugt sind, dass sie hartnäckig an derselben festhalten, selbst wenn er sie zum Aufgeben derselben zu überreden versuchte, da er es als gegen die einfachsten hygienischen Forderungen streitend fand, einen Patienten in eine schlecht ventilierte Alkove einzuschliessen.

Wie es deutlich aus Finsens Begründung dieser Behandlungsmethode hervorgeht, handelt es sich darum, die chemischen Lichtstrahlen so vollständig wie möglich auszuschliessen. Die roten Strahlen besitzen also nicht an und für sich einen günstigen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit; die Patienten konnten ebensogut im Dunkel liegen; aber Finsen zieht das unschädliche rote Licht vor, weil der Aufenthalt in demselben angenehmer ist.

In einem Krankenhaus wird eine Ausschliessung der chemischen Strahlen am leichtesten und sichersten durch Einsetzen roter Glasscheiben erreicht. Auf diese Weise sichert man sich dagegen, dass die Aufsicht oder die Kranken selbst das klare Tageslicht hineinlassen, was mehrmals im Auslande geschehen ist. In einem Privathaus ist es am praktischsten, dichte rote Gardinen vor die Fenster zu hängen; selbstverständlich müssen sie an den Seiten so dicht schliessen, dass hier kein Licht hineinschlüpfen kann und in so vielen Schichten liegen, dass kein Licht durch die Maschen des Zeugs gelangt. Von Papier und Baumwollstoffen sind in der Regel 4—5, von Flanell 2—3 Schichten zu brauchen. Vor der Tür muss ebenfalls ein Vorhang angebracht werden, damit das Licht beim Öffnen der Tür nicht hineinzudringen vermag. Will man sehr gründlich zu Werke gehen, so sollte ausserdem ein Schirm vor dem

Ofen angebracht werden, da weissglühende Feuerung chemische Strahlen entsendet.

Ist als Fenstervorhang kein roter Stoff bei der Hand, so kann man ganz undurchdringlichen Stoff benutzen, so dass es im Zimmer vollständig dunkel wird. Das Zimmer erhellt man mit schwachem künstlichen Licht, das natürlich am liebsten einen roten Schirm oder ein rotes Lampenglas passieren muss. Überhaupt soll der Kranke mit derselben Sorgfalt wie photographische Platten gegen Einwirkung chemischer Lichtstrahlen geschützt werden.

Es lässt sich nicht als entschieden betrachten, wie kräftige Einwirkung von roten, gelben und grünen Strahlen der Patient vertragen kann, aber die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass sogar ein recht kräftiges Licht nicht schadet, wenn es ausschliesslich aus diesen Strahlen zusammengesetzt ist, da sie, zufolge Finsens früher erwähnten Versuchen, selbst in konzentriertem Zustande angewendet, keine Entzündung in normaler Haut hervorzurufen vermögen. Wahrscheinlich kann man also ohne Nachteil eine schwache Petroleumlampe mit gelbem Schirm brennen lassen. Diesbezügliche Veränderungen sind jedoch mit äusserster Vorsicht vorzunehmen.

Kurze Zeit nachdem Finsen den erwähnten Zeitschriftsartikel veröffentlicht hatte, in welchem er das Rationelle nachwies, die Pockenpatienten in rotem Licht zu behandeln, brach in Bergen eine Pockenepidemie aus. Die Ärzte am Epidemiekrankenhause, Lindholm und Svendsen, wendeten Finsens Behandlungsmethode bei 8 Patienten an, worunter sich 4 nicht geimpfte Kinder befanden; die meisten waren schwer angegriffen und hatten verschmelzende Bläschen auf der Haut des Gesichtes und der Hände. Über das Resultat der Behandlung schreibt Svendsen, dass die Periode, während welcher die Bläschen mit Eiter gefüllt werden — die gefahrvollste und peinlichste Periode im Verlauf der Krankheit — vollständig fortfiel; es trat keine Temperaturerhöhung ein, kein Schwellen der Haut usw., die Patienten gingen von dem Stadium, in welchem die Bläschen gebildet sind, auf einmal zur Rekonvaleszenz über und blieben von den hässlichen Narben verschont. Anstatt mit Eiter gefüllt zu werden, trockneten die Bläschen, noch während sie klare Flüssigkeit enthielten, zu Schorf ein.

Bald danach wurde die Methode unter Pockenepidemien in Göteborg (Dr. Benckert) und Kopenhagen (Prof. Fejlberg) angewendet, und ist später von ca. 15—20 Ärzten aller Weltteile geprüft; das Resultat war im grossen und ganzen überall dasselbe. Auf die Pockenansteckung kann die Behandlung selbstverständlich keinen Einfluss haben, so dass ebenfalls bei Anwendung dieser Methode ab und zu Todesfälle eintreffen müssen. Auf das Hautleiden, das Symptom, gegen welches sie ausschliesslich gerichtet ist, hat sie dahingegen in fast allen Fällen

den günstigsten Einfluss gehabt, trotzdem ein Teil der Patienten nicht geimpft und demnach besonders dem ausgesetzt war, dass die Krankheit einen schweren Verlauf nehmen würde.

Die Fähigkeit der chemischen Strahlen, die Bildung von Eiter in den Bläschen bewirken zu können, hat man einige Male dadurch beobachtet, dass in rotem Licht behandelte Patienten zu einer Zeit ins Tageslicht kamen, da noch einige wenige, nicht eingetrocknete, sondern mit einer klaren Flüssigkeit gefüllte Bläschen übrig waren; es bildete sich Eiter in diesen Bläschen, und sie hinterliessen Narben, während die schon zu Schorf eingetrockneten abfielen, ohne irgend welche Spur zu hinterlassen.

Svendsen behandelte ein nicht geimpftes Kind, welches beim Beginn der Behandlung eitergefüllte Bläschen im Gesicht hatte; diese hinterliessen zahlreiche Narben. An den Händen dahingegen, wo der Hautausschlag später als im Gesichte zum Ausbruch kam, enthielten die Bläschen noch klare Flüssigkeit; diese Bläschen hielten sich unter dem Aufenthalt im roten Licht unverändert und trockneten zu Schorf ein, welcher abfiel, ohne Narben zu hinterlassen.

Auch andere Krankheiten wie Scharlachfieber, Masern und Rose hat man nach Finsens Methode zu behandeln versucht, jedoch ohne mit Sicherheit einen Einfluss auf deren Verlauf nachweisen zu können.

Die inzitierende und die psychische Wirkung des Lichtes.

Es ist eine altbekannte Erfahrung, dass das Licht eine eigentümliche Wirkung auf die Tiere ausübt, sie lebhafter macht (sie „inzitiert"). Am deutlichsten tritt dies hervor, wenn die Sonne nach mehrtägigem trübem Wetter plötzlich hervorbricht; im selben Augenblick kommt Leben in alle Tierchen, sie beginnen sich im Sonnenschein zu tummeln. Finsen ist der erste, der diese eigentümliche Lichtwirkung, welche in der Natur sicherlich von grösster Bedeutung ist, zum Gegenstand einer eingehenden wissenschaftlichen Untersuchung gemacht hat, mit der Absicht zu erforschen, welchen Lichtstrahlenarten sie zuzuschreiben ist. Früher war man ohne irgend welche Begründung davon ausgegangen, dass sie auf der Wärme der Sonnenstrahlen und der „psychischen" Wirkung des Lichtes beruhte.

Finsen beschreibt einen seiner Hauptversuche auf folgende Weise: „Folgt man der Entwickelung von Froscheiern, so wird man gegen Schluss des Fötuslebens ab und zu sehen, dass sich der Embryo im Innern des Eies bewegt. Der längliche Fötus liegt nach der einen Seite zusammengebogen und die Bewegung geschieht fast immer auf die Weise, dass er sich mit einer blitzschnellen Bewegung nach der entgegengesetzten

Seite biegt. Lässt man nun das Sonnenlicht direkt auf einen derartigen Froschfötus fallen, so beobachtet man, dass diese Bewegungen bedeutend häufiger als früher auftreten. — Ganz ähnliche Verhältnisse lassen sich bei Salamandereiern beobachten, und da der Fötus hier länger ist, liegt er noch mehr, fast in einem Ring, zusammengebogen; die Bewegung wird daher möglichst noch deutlicher.

Um zu untersuchen, wie sich diese Fötusbewegungen zu den einzelnen Arten der Strahlen verhalten, nahm ich einige Versuche mit monochromatischem[1]) Licht vor.

Vier Salamandereier mit ungefähr voll entwickeltem Fötus brachte ich in einer flachen Schale mit Wasser an, und diese stellte ich derart, dass das Sonnenlicht direkt auf die Eier fallen konnte. Indem ich nun abwechselnd verschiedenfarbige Glasplatten zwischen die Sonne und die Eier hielt, war es mir möglich, die Wirkung der verschiedenen Farben des Spektrums zu beobachten; indem ich die Hand anstatt Glas vorhielt, wurde das, was ich unten mit „Schatten" bezeichne, hervorgerufen. Es handelte sich nun darum, die Bewegungen in jeder Lichtart zu zählen; da sie aber, wie erwähnt, sehr schnell vor sich gingen, bat ich einen Kollegen mir zu assistieren. Jeder beobachtete zwei Eier; in der Regel konnten wir doch alle Eier übersehen, so dass die Zählung sehr genau wurde.

Untenstehende Tabelle gibt die Anzahl der Fötusbewegungen in verschiedenfarbigem Licht an.

Anzahl der Eier	Art des Lichtes	Versuchsdauer in Minuten	Anzahl der Bewegungen	
4	blau	3	8	
4	Schatten	6	0	
4	rot	3	0	
4	blau	3	4	
4	rot	6	3	
4	blau	6	26	
4	gelb	2	0	Temperatur 22° C.
4	Schatten	5	1	
4	gelb	7	0	
4	grün	7	2	
4	klares Glas	4	0	

[1]) d. w. s. Licht, das nur eine Strahlenart enthält, z. B. rote, grüne oder blaue.

Hier wurden die Versuche aus Mangel an Sonne abgebrochen, jedoch am folgenden Tag mit denselben Eiern wieder aufgenommen.

Anzahl der Eier	Art des Lichtes	Versuchs-dauer in Minuten	Anzahl der Bewegungen	
4	klares Glas	5	12	Temperatur 22° C.
4	blau	4	9	
4	rot	5	2	
4	blau	3	7	
4	Schatten	10	0	
4	grün	10	6	
4	blau	5	15	

Die in der angegebenen Reihenfolge vorgenommenen Versuche wurden hier abgebrochen, da sich ein Fötus durch eine starke Bewegung vom Ei frei machte und umherschwamm.

Damit die Temperaturveränderungen des Wassers keinen Einfluss auf die Fötusbewegungen ausüben sollten, sorgte ich — wie es aus der Tabelle hervorgeht — unter dem grössten Teil der Versuche durch Wasserzuleitung dafür, dass sich die Temperatur konstant hielt.

Die Resultate dieser Versuche sind recht klar, man sieht beim ersten Blick auf die Tabelle, dass die Fötusbewegungen in besonderem Grad unter dem blauen Glas hervorgerufen werden. Sammeln wir die Versuchsresultate für die einzelnen Farben, so erhalten wir die folgenden Zahlen.

Art des Lichtes	Minuten	Anzahl der Bewegungen
Schatten	21	1
rot	14	5
gelb	9	0
grün	17	8
blau	24	69
klares Glas	9	18

Einen korrekteren Eindruck würden wir bekommen, wenn wir, wie in folgender Tabelle, die Durchschnittszeit nehmen und die Anzahl der Bewegungen nach oben resp. nach unten reduzieren[1]).

Art des Lichtes	Minuten	Anzahl der Bewegungen
Schatten	16	1
rot	16	6
gelb	16	0
grün	16	8
blau	16	46
klares Glas	16	32

Aus diesen Versuchen gehen zwei Fakta hervor: 1. Die mächtige Fähigkeit des Lichtes, Bewegungen beim Fötus hervorzurufen, und 2, dass die Fähigkeit in ganz besonderem Grade an die blau-violetten Strahlen geknüpft ist."

Ähnliche Versuche führte Finsen mit Salamanderjungen aus. Dies sind kleine, ca. 1 cm lange, schlanke Tiere. In der Regel stehen sie im Wasser stille, aber ab und zu sieht man sie in gerader Richtung ein Stückchen vorschiessen und danach wiederum stillstehen. Finsen brachte 3 solche Salamander in einer Schale mit Wasser an und stellte diese ins Dunkel, aber derart, dass er mit einem kleinen Hohlspiegel Sonnenlicht auf ein Tier zur Zeit werfen konnte. Es ergab sich, dass, wenn das Licht das Tier traf, dieses nach einigen Augenblicken durch das Wasser fuhr, um sogleich darauf wieder still zu stehen; wenn Finsen das Licht durch eine blaue Glasplatte fallen liess, wurde die Reaktion anscheinend ebenso schnell hervorgerufen, als wenn das einfarbige Licht die Tiere traf; dahingegen wurden sie nicht von rotem, gelbem oder grünem Licht beeinflusst. Es ergab sich also ebenfalls bei diesen Versuchen, dass die chemischen Strahlen des Lichtes — aber auch nur diese — Bewegungen bei Tieren auszulösen vermögen.

Zu diesen grundlegenden Versuchen verwendete Finsen Föten und ganz junge Tiere — die 2 Salamanderjungen waren 1 Stunde alt, der dritte 1 Tag —, weil er Versuchsobjekte zu haben wünschte, welche nicht daran gewöhnt waren, auf eine Menge verschiedener Eindrücke

[1]) Die Durchschnittszahl (Summe der Minuten mit der Anzahl der Farben dividiert) ist $^{94}/_{6}$ = ungefähr 16. Die Reduktion wird durch eine einfache Regeldetrirechnung vorgenommen; z. B. betreffs des blauen Glases ist es folgende: 24 Minuten repräsentieren 69 Bewegungen, wie viele repräsentieren alsdann 16 Minuten? — als Resultat ergiebt sich 46.

zu reagieren, welche störend in die Versuche eingreifen konnten. Selbst mit mehr zusammengesetzten Wesen als diesen ist es indessen leicht, entsprechende Verhältnisse nachzuweisen. Graber hat nachgewiesen, dass Regenwürmer, sowohl mit wie ohne Kopf, sowie blinde Salamander und Kakerlaken zwischen Farbeneindrücken zu unterscheiden vermögen, indem diese Tiere klares und blaues Licht scheuen und rotes Licht und Finsternis aufsuchen; sie müssen also in ihrer Haut licht- und farbenempfindliche Organe haben. Hierin liegt kein Beweis dafür, dass das Licht diese Tiere inzitiert; dies hat Finsen durch Versuche mit Regenwürmern, Ohrenwürmern und ähnlichen das Dunkel liebenden Tieren nachgewiesen. Als einen Beweis dafür, wie stark inzitierend das Licht auf Regenwürmer wirkt, erzählt er folgendes: „Ich hatte eine Anzahl Würmer, als Futter für Salamander bestimmt; durch einen Unfall starben viele derselben und die übrigen waren halbtot. Da ich ungern die lebenden Würmer wegwerfen wollte, versuchte ich auf verschiedene Art, sie dazu zu bewegen, Lebenszeichen von sich zu geben, indem ich sie mit Wasser bespritzte usw.; es waren noch ca. 20 übrig, welche ganz leblos zu sein schienen. Da kam ich auf den Gedanken, zu prüfen, ob das Licht nicht imstande wäre, sie zum Reagieren zu bringen, ich setzte sie daher in direktes Sonnenlicht und einen Augenblick später begannen wirklich 3—4 Stück sich zu krümmen."

Auch Finsen hat die Empfindlichkeit der Regenwürmer gegenüber dem Eindruck farbigen Lichtes geprüft. Er brachte 20 Regenwürmer in einer Schachtel an, deren Deckel aus Glasplatten, nach den Farben des Spektrums geordnet, zusammengesetzt war, also in der Reihenfolge rot, gelb, grün und blau. Nach einiger Zeit waren alle Würmer unter das rote Glas gekrochen: wendete er nun den Deckel um, so dass dort, wo früher rotes Glas gewesen war, blaues kam, so begannen die Tiere nach $^1/_2$—1 Minute umherzukriechen; allmählich — in der Regel nach $^1/_2$—1 Stunde — landeten sie wiederum alle in dem roten Licht, wo sie zur Ruhe kamen. Dies wiederholte sich beständig, gleichviel ob die Tiere direktem Sonnenlicht oder diffusem Tageslicht ausgesetzt wurden. Es geschah nur äusserst selten, dass einige unter dem gelben oder grünen Glas, oder ein einzelner unter dem blauen Glas blieb.

Da ihre Bewegungen lebhafter sind, reagierten Ohrenwürmer noch hübscher auf Lichteindruck. Sobald der Deckel gewendet wurde und das blau-violette Licht dieselben traf, begannen sie mit den Fühlhörnchen zu schütteln und liefen unruhig hin und her, bis sie unter dem roten Glas zur Ruhe kamen. Finsen bemerkte bei öfterer Wiederholung der Versuche, dass die Tiere, besonders die erwachsenen, die Situation zu verstehen schienen, so dass sie gleich in der richtigen Richtung nach dem roten Licht liefen.

Mauerasseln und Laufkäfer verhielten sich auf gleiche Weise.

Alle die hier erwähnten Tiere, Regenwurm, Ohrenwurm, Mauerassel und Laufkäfer sind lichtscheue Tiere, die sich möglichst im Dunkel aufhalten und demnach nicht gewohnt sind, vom Licht inzitiert zu werden; hierin wäre möglicherweise der Grund zu suchen, dass sie so kräftig auf das Inzitament reagierten und es vermieden sich den chemischen Strahlen auszusetzen. Umgekehrt wäre es denkbar, dass die das Licht liebenden Tiere in dem Grad an die Aussetzung der inzitierenden Wirkung des Lichtes gewöhnt geworden wären, dass sie gar nicht oder in nur geringem Grad auf dieselbe reagierten und es nicht wie die lichtscheuen Tiere vorzogen, sich in dem indifferenten roten Licht aufzuhalten. Um zu sehen, wie sich die lichtliebenden Tiere verhielten, brachte Finsen 11 Schmetterlinge in einer Schachtel an, deren Deckel halb aus rotem, halb aus blauem Glas gebildet war und stellte sie in die Sonne. Da die Tiere sich etwas an die Gefangenschaft gewöhnt und einigermassen beruhigt hatten, war es auffallend, dass sie ununterbrochen in der blauen Hälfte der Schachtel flatterten, während sie sich in der roten Hälfte ruhig verhielten. Also auch diese lichtliebenden Tiere wurden von den chemischen Lichtstrahlen inzitiert, obwohl sie gewohnt sind, dieser Einwirkung ausgesetzt zu werden. Dahingegen erwiesen sie sich in anderer Beziehung vollkommen verschieden von den Dunkeltieren: Als der Sonnenschein aufgehört hatte und sie zur Ruhe gekommen waren, sassen 10 im blauen Licht und nur 1 im roten; Finsen wendete nun den Deckel und eine Stunde später waren 8 Schmetterlinge im blauen Licht und 3 im roten. Während die lichtscheuen Tiere im indifferenten Licht zur Ruhe kommen, zogen es also die lichtliebenden Schmetterlinge vor, sich im blauen Licht aufzuhalten, wo sie beständig der inzitierenden Einwirkung ausgesetzt sind.

Nach Finsens Versuch kann kein Zweifel herrschen über die inzitierende Wirkung der chemischen Lichtstrahlen auf niedere Tiere; ihre ausserordentlich grosse Bedeutung in der Natur lässt sich wohl als sicher betrachten.

Man weiss nicht mit Bestimmtheit, ob für den Menschen ähnliche Verhältnisse gelten. Ganz gewiss ist es ja eine allgemeine Annahme, dass Sonnenschein erheiternd wirkt, während trübes Wetter einen deprimierenden Eindruck auf das Gemüt ausübt; aber solange keine bestimmten Tatsachen vorliegen, an die man sich halten kann, ist es selbstverständlich unmöglich, davon auszugehen, dass es zutrifft. Soweit mir bekannt, existieren keine experimentellen Untersuchungen betreffs des Einflusses des gesamten unfarbigen Lichtes auf den Verlauf der seelischen Prozesse. Dahingegen hat Apopenko vor ein paar Jahren den Einfluss der farbigen Strahlen auf die Geschwindigkeit des Verlaufs dieser Prozesse untersucht. Er prüfte, welchen Einfluss der Aufenthalt in Licht verschiedener Farben auf die Zeit hatte, welche das Versuchs-

individuum brauchte, um einen Laut aufzufassen, um zwischen mehreren Lauten zu unterscheiden, um Zahlen zu berechnen, und zu etwas zusammengesetzteren seelischen Wirksamkeiten. Es ergab sich, dass die Farbe des Lichtes zweifellos die Geschwindigkeit des Verlaufs dieser psychischen Prozesse beeinflusste, und dass die Wirkung jeder einzelnen Strahlenart von deren Lage im Spektrum abhängt. Je näher eine Farbe dem roten Ende des Spektrums liegt, desto inzitierender wirkt sie und beschleunigt den Verlauf der seelischen Prozesse. Auch die Gemütsstimmung des Versuchsindividuum wurde auf ähnliche Weise vom roten Licht beeinfiusst; es wurde lebhaft, munter, fühlte Bedürfnis zu Motion und Betätigung. Das rote Licht hatte auch mehr körperliche Wirkungen; es passierte z. B. mehrmals, als die Versuchsperson vor dem Beginn der Sitzung Kopfschmerz hatte, dass dieser gegen Schluss der Sitzung verschwand.

Das gelbe Licht nimmt nach Akopenkos Versuchsresultaten eine Zwischenstellung ein; es wirkt weder auf die Geschwindigkeit der psychischen Reaktionen, noch auf die Gemütsstimmung.

Das grüne Licht bildet bezüglich der psychischen Wirkung einen Übergang zwischen dem roten und dem blau-violetten; schon hier beginnt die hemmende, deprimierende Wirkung dieser Strahlen sich geltend zu machen. Trotzdem grünes Licht anfangs angenehm für das Auge ist, wirkt ein längerer Aufenthalt in demselben daher zum Schluss unangenehm, deprimierend. Unter dem Einfluss des einförmigen, beruhigenden grünen Lichtes verlaufen die psychischen Prozesse langsamer, es tritt geistige Ruhe ein, die Bewegungen werden gehemmt und die Aufregung legt sich.

Allmählich wie sich die Farbe des Lichtes dem violetten Ende des Spektrums nähert, wächst dessen deprimierende Wirkung und erreicht im Violett ihren Höhepunkt. Licht dieser Farbe hat einen ausserordentlich starken Einfluss, sowohl auf die psychischen Prozesse, welche aufgehalten werden, sowie auf die Gemütsstimmung, welche melancholisch, träumerisch wird. Nach längerem Aufenthalt im violetten Licht bekommt das Versuchsindividuum starken Kopfschmerz.

Eine einzelne Versuchsreihe ist selbstverständlich niemals als endgültiger Beweis zu betrachten, besonders wenn man sie nur nach Referaten kennt, und Akopenkos Abhandlung ist, soweit mir bekannt, nur russisch erschienen, so dass ich nicht imstande bin, zu beurteilen, ob er die vielen Fehlerquellen berücksichtigt hat, welche das Resultat von Versuchen dieser Art verwirren können. Es gibt indessen mehrere Untersuchungen, welche in dieselbe Richtung wie Akopenkos Versuche deuten. Goethe kam zu ganz ähnlichen Resultaten durch Beobachtung der Gemütsstimmung, in die er selbst durch das Tragen von Brillen mit farbigem Glas geriet. Er meinte, dass rote und gelbe Farben er-

heiternd und energieerweckend wirken, während blau das Gemüt sorgenvoll stimmt und grün eine Mittelstellung als eine ruhige indifferente Farbe einnimmt. Goethe erzählt von einem geistreichen Franzosen, der behauptete, dass der Ton, in welchem er seine Frau konversierte, sich verändert hatte, seitdem sie auf ihre Möbel hochroten Bezug anstatt blauen bekommen hatten.

Auf der photographischen Fabrik „Lumière" in Lyon wurde vor einigen Jahren die Beobachtung gemacht, dass Arbeiter, welche in einem Lokal mit roten Fensterscheiben beschäftigt waren, erregt und lärmend wurden, jedoch zur Ruhe kamen, als man die roten Scheiben durch grüne ersetzte. Ähnliche Beobachtungen haben Tschistowitsch in St. Petersburg und Courmont in Lyon gemacht, als sie Patienten in rotem Licht nach Finsens Methode behandelten. Die Patienten und deren Krankenpflegerinnen wurden unruhig, bis sie entweder mit blauen Brillen versehen wurden oder in gewöhnliches Tageslicht kamen. Im Widerspruch zu diesen Beobachtungen steht jedoch, dass keiner der anderen ca. 20 Ärzte, welche ihre Resultate der Behandlung in rotem Licht veröffentlicht haben, etwas Ähnliches beobachteten, und ein englischer Arzt, der Pocken bekommen hatte und den man auf diese Weise behandelte, äusserte, dass er den Aufenthalt in dem roten Licht sehr angenehm fand. Es ist gewiss überhaupt kein Grund vorhanden, diesen Mitteilungen über den aufregenden Einfluss des roten Lichtes, starkes Vertrauen entgegenzubringen, er kann in allen 3 Fällen gut auf Suggestion beruht haben.

Es ist zwar nicht als bewiesen zu betrachten, dass die psychischen Wirkungen des klaren oder des farbigen Lichtes zu praktischen Zwecken ausgenutzt werden können, aber ein paar Versuche in dieser Richtung verdienen doch der Erwähnung.

Auf einem Ärztekongress, wo die Lichtbehandlung diskutiert wurde, teilte Prof. von Jaksch aus Prag mit, dass er vor einigen Jahren um die Nachtlampen auf den Hospitalsstuben blaues Kobaltglas anbringen liess und deutlich die beruhigende, fast einschläfernde Wirkung des blauen Lichtes konstatieren konnte.

Auch zur Beruhigung geisteskranker Patienten hat man probiert blaues Glas anzuwenden. Der erste, welcher diese Behandlungsweise prüfte, ein italienischer Irrenarzt Ponza, erzielte merkwürdig glänzende Resultate; nach seinem Bericht wurden die melancholischen Patienten munter und lebhaft, wenn er sie in einem Zimmer mit roten Wänden und Fenstern unterbrachte, und umgekehrt wurden die unruhigen Patienten in einem blauen Zimmer still und ruhig.

Durch 2 Versuchsreihen, die später in einer französischen und einer russischen Irrenanstalt ausgeführt sind, liess sich dahingegen kein

Einfluss des Lichtes auf die Gemütsstimmung der Patienten nachweisen. Diese Abweichung veranlasste Prof. Schlager in Wien, eine neue und grosse Anzahl Beobachtungen vorzunehmen. Er fand ebenfalls gar keine Beeinflussung der grossen Mehrzahl der Patienten; aber in einzelnen Fällen erreichte er doch, dass sehr aufgeregte Patienten, die durch kein anderes Mittel zu beruhigen gewesen waren, sich innerhalb kurzer Zeit beruhigten, nachdem sie in das blaue Zimmer gekommen waren. Der ruhige Gemütszustand hielt sich jedoch nur kurze Zeit und man erreichte keine Heilung oder Verkürzung der Krankheit. Es ist daher zweifelhaft, ob die Behandlung mit farbigem Licht praktische Anwendung auf den Irrenanstalten finden können wird; aber Schlagers Versuche liefern allenfalls einen interessanten Beitrag zur Lösung der Frage über den psychischen Einfluss des blauen Lichtes.

Der Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel.

In dem menschlichen Organismus geht eine beständige Aufnahme von Stoffen vor sich, sowie Ausscheidung von Abfallprodukten, welche übrig geblieben sind, nachdem die Bestandteile des Organismus die aufgenommenen Stoffe zu ihrer Ernährung ausgenutzt haben. Im Stoffwechsel nehmen sowohl unorganische wie organische Stoffe teil. Die Zufuhr geschieht teils mittelst der Nahrung, teils durch die Lungen, wo das Blut Sauerstoff aufnimmt; die Ausscheidung besorgen teils die Lungen, durch welche Kohlensäure ausgeschieden wird, teils die Nieren, die Haut und die Därme. Auf diesen drei Wegen werden sämtliche stickstoffhaltigen Bestandteile ausgeschieden.

Wenn ich in folgendem von Stoffwechsel rede, so lasse ich die stickstoffhaltigen Stoffe ausser Betracht; denn es ist nur durch einen einzelnen Versuch untersucht, ob das Licht irgend welchen Einfluss auf die Umsetzung derselben besitzt und das Resultat war negativ. Mit dem Wort Stoffwechsel meine ich also nur den Stoffwechsel, der durch die Lungen vor sich geht: Ausscheidung von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff. Diese zwei Prozesse stehen normal in einem gewissen Verhältnis zueinander; je mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, desto mehr Sauerstoff wird aufgenommen.

Die Mehrzahl der Versuche ist nach folgenden Hauptprinzipien ausgeführt: Das Versuchstier wird in einem Kasten angebracht, der ganz dunkel gemacht oder mit verschiedenfarbigen Glasplatten geschlossen werden kann. Durch den Kasten wird atmosphärische Luft gesaugt, welche, bevor sie in denselben gelangt, von Kohlensäure und Wasserdampf befreit wird, indem sie durch Flüssigkeiten brodelt, welche diese Stoffe aufnehmen — in der Regel Kalilauge resp. Barytwasser und

Schwefelsäure. Man kann also davon ausgehen, dass all die Kohlensäure, welche sich in der durch den Kasten gegangenen Luft findet, von der Atmungsluft des Tieres stammt; lässt man die Kohlensäure von diesem oder jenem Stoff aufsaugen, so kann also durch Wiegen desselben vor und nach dem Versuch bestimmt werden, wieviel Kohlensäure das Tier in der Zeit der Durchsaugung ausgeschieden hat. Auf ähnliche Weise wird die Sauerstoffaufnahme als Unterschied zwischen dem Sauerstoffgehalt der Luft vor und nach dem Passieren durch den Kasten bestimmt.

Schon bevor man begann den Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel zu untersuchen, hatte Scharling (1843) durch Versuche mit Menschen nachgewiesen, dass während des Schlafes oder nachts die Aufnahme von Sauerstoff und das Ausscheiden von Kohlensäure geringer als am Tage ist. Es liegt unzweifelhaft nahe, dies mit den Lichtverhältnissen in Verbindung zu setzen, es ist aber zweifelhaft, ob es berechtigt ist. Wahrscheinlich beruht der Unterschied im Stoffwechsel auf der grossen Kohlensäureproduktion bei Bewegung, so dass der Stoffwechsel der Lungen stark erhöht wird. Nicht einmal ruhige Lage am Tage ist mit den Verhältnissen während des Schlafes zu vergleichen; selbst wenn keine Bewegungen vorgenommen werden, erschlaffen die Muskeln doch nicht vollständig, sondern werden unwillkürlich in einem gewissen Spannungsgrad gehalten. Dieser sogenannte Muskeltonus ist dahingegen während des Schlafes aufgehoben. Es ist daher die Annahme wahrscheinlich, dass dies — und nicht die Lichtverhältnisse — die Ursache des Unterschieds zwischen dem Lungen-Stoffwechsel am Tage und in der Nacht ist.

Ganz ähnliche Einwände können gegen die Versuche betreffs der Menge der Kohlensäureabgabe und der Sauerstoffaufnahme im Licht und im Dunkel erhoben werden. Moleschott führte 1855 den ersten Versuch dieser Art aus, mit dem Resultat, dass Frösche $^1/_{12}$—$^1/_4$ mehr Kohlensäure im Licht als im Dunkel ausscheiden, nach gleich grossem Körpergewicht und derselben Versuchszeit berechnet. Seitdem sind zahlreiche ähnliche Versuche angestellt, auf verschiedene Weise variierend um die nicht wenigen Fehlerquellen, welche in Betracht kommen können, auszuschliessen. Als Versuchsobjekte sind Frösche, Meerschweinchen (eine Art Nager in der Grösse von Ratten), Kaninchen, Hunde, Katzen, Hühner, Tauben, sowie der Arm eines Menschen benutzt, der in einem Glaszylinder mit einem luftdicht schliessenden Kautschukring angebracht wurde. Ungefähr alle Versuche ergaben als Resultat einen etwas grösseren Lungenstoffwechsel im Licht als im Dunkel. Der Unterschied ist jedoch nicht gross; Moleschott gibt selbst an, dass, wenn die Kohlensäureausscheidung im Dunkel auf 100 gesetzt wird, sie in rotem Licht 100,5, in blau-violettem 115 und in weissem 112 ist.

Trotz den einigermassen übereinstimmenden Resultaten der Versuche ist die Frage doch bei weitem nicht als gelöst zu betrachten. Vor allen Dingen kann gegen die Experimente der Einwand erhoben werden, auf den ich oben aufmerksam gemacht habe: dass die Erhöhung der Kohlensäureausscheidung möglicherweise nur indirekt dem Licht zuzuschreiben ist, indem sie dadurch entstehen könnte, dass das Licht Muskelspannung und Bewegungen hervorruft. Durch Finsens Nachweis der inzitierenden Wirkung des Lichtes hat dieser Einwand noch grösseres Gewicht als damals erhalten, da Brown-Séquard ihn zum ersten Male im Beginn der 70iger Jahre machte; jedenfalls betreffs der Versuche, zu welchen niedere Tiere benutzt sind (Frösche u. dergl.). Dieser Einspruch ist niemals vollständig widerlegt worden und ist für fast alle Versuche zutreffend; selbst abgesehen hiervon sind die Versuche doch bei weitem nicht überzeugend. Ihre Ordnung ist kaum eine derartige, dass sich mit Sicherheit so geringe Unterschiede nachweisen lassen wie die, um welche es sich hier handelt. Die von einem Frosch oder selbst von einem Meerschweinchen innerhalb einer Stunde ausgeschiedene Kohlensäuremenge ist nur gering. Wenn eine Erhöhung derselben von 100 auf 115 nachgewiesen werden soll — die Erhöhung, welche Moleschott bei Einwirkung von blau-violettem Licht fand —, so ist notwendig, ein Verfahren zu benutzen, das sehr genaue und sichere Resultate gibt; aber zu den meisten dieser Versuche sind gerade recht primitive Methoden benutzt.

Endlich müssen gewisse Verhältnisse bei der Belichtung Bedenken erwecken. Wie ich früher anführte, fand Moleschott, dass rotes Licht gar keinen Einfluss ausübt, und dass blau-violettes Licht mehr als klares die Kohlensäureausscheidung erhöht. Nun enthält indessen klares Licht eine grössere Menge blaue und violette Strahlen als Licht, das durch eine blaue Glasplatte gegangen ist; diese absorbiert ganz gewiss wesentlich rote und gelbe Strahlen; aber beim Passieren gehen doch auch ein Teil blaue und violette Strahlen verloren. Falls die Erhöhung der Kohlensäureausscheidung den blauen und violetten Strahlen zuzuschreiben ist, so muss dieselbe daher notwendigerweise grösser in klarem Licht als im blauen sein; nur unter einer Bedingung lässt sich das Entgegengesetzte annehmen, nämlich wenn die roten Strahlen — von denen das klare Licht eine Menge, das blaue Licht dahingegen fast keine enthält — den blauen und violetten entgegenarbeiten, indem sie den Stoffwechsel verringern; aber infolge von Moleschotts eigenen Versuchen war es nicht der Fall. Es lässt sich also mit ziemlich grosser Sicherheit sagen, dass hier ein Versuchsfehler vorliegt.

Noch bedenklicher ist, dass selbst die Forscher, die darin einig sind, dass das Licht die Kohlensäureausscheidung erhöht, aufhören

einig zu sein, wenn die Frage aufgeworfen wird, auf welche Art von Strahlen diese Wirkung zurückzuführen ist. Fubini und Spalittas Resultat ist z. B. in dieser Beziehung das ganz entgegengesetzte wie Moleschotts, indem sie die grösste Kohlenstoffausscheidung im roten und gelben Licht, die geringste im blauen und violetten gefunden haben. Können aber so grosse Versuchsfehler bei Experimenten mit farbigem Licht entstehen, so ist kein Grund vorhanden, mehr Zutrauen auf die Versuche zu setzen, die den Zweck hatten, die Hauptfrage zu entscheiden: ob unfarbiges Licht Einfluss auf den Stoffwechsel hat. Die Frage steht also ferner als unentschieden offen. Sollte man sich auf Basis der vorliegenden Versuche einen Begriff über den Sachverhalt bilden, so müsste es wohl eher der werden, dass das Licht keinen direkten Einfluss auf den Stoffwechsel hat, aber wohl einen indirekten, indem es Bewegungen und Muskelspannung hervorruft und dadurch die Kohlensäureausscheidung erhöht.

Es liegen doch ein paar Versuchsreihen vor, welche einen zuverlässigen Eindruck machen und durch welche eine Zunahme der Kohlensäureproduktion nachgewiesen ist, ganz gewiss nicht durch Versuche mit lebenden Tieren, sondern indem unmittelbar nach dem Schlachten eines Tieres Gewebe ausgeschnitten und darauf dessen Kohlensäureausscheidung im Licht und im Dunkel gemessen wurde. Die Zellen, aus denen die Gewebe bestehen, können nämlich ihr selbständiges Leben eine Zeitlang fortsetzen, nachdem sie von dem übrigen Organismus getrennt sind; hierbei geht ebenso wie bei jedem anderen Lebensprozess ein Stoffwechsel vor sich, d. w. s. chemische Umsetzungen, welche u. a. darin bestehen, dass Zellen Sauerstoff von der Umgebung aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden. Schon Moleschott und sein Schüler Fubini führten derartige Versuche mit Muskel- und Nervengewebe mit dem Resultat aus, dass das Licht den Stoffwechsel der Zellen erhöht. In den letzteren Jahren hat Prof. Quincke in Kiel mittelst einiger besonders interessanter Versuche den Stoffwechsel isolierter tierischer Zellen untersucht. Um nachzuweisen, dass die Zellen Sauerstoff aus den Umgebungen aufnehmen, bediente er sich der Farbenveränderungen, welche Blut oder ein bestimmter chemischer Stoff (basischer salpetersaurer Wismut) unterworfen ist, wenn sie Sauerstoff abgeben; das Wismutsalz wird hierbei schwarz und die Farbe des Blutes verändert sich von hellrot zu dunkelrot; in ihrem Spektrum sind charakteristische Veränderungen zu beobachten, durch welche sich die Abgabe von Sauerstoff mit Sicherheit erkennen lässt.

Quincke mischte das Blut oder eine Aufschlemmung des Wismutsalzes mit einer Aufschlemmung von lebenden tierischen Zellen; er gebrauchte entweder Eiter, welcher eine Aufschlemmung weisser Blutkörperchen ist, oder frisches Muskel-, Nieren-, Leber- oder Gehirn-

gewebe, welche zu einem Brei zerquetscht waren. Diese Mischungen stellte er teils ins Licht, teils ins Dunkel. Es ergab sich, dass das Wismutsalz nur geschwärzt wurde, wenn die Mischung im Licht stand; das Blut gab zwar allmählich seinen Sauerstoff im Dunkel ab; aber dieser Prozess ging viel scheller im Licht vor sich und dessen Geschwindigkeit war mit der Stärke des Lichtes parallel. Bei genauerer Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Strahlenarten wies Quincke nach, dass dieser Prozess wesentlich auf den blauen und violetten Strahlen beruht.

Quincke hat also nachgewiesen, dass der Lebensprozess der einzelnen Zelle von den Strahlen des Lichtes und besonders von dessen chemischen Strahlen stimuliert wird; dies gilt sowohl für weisse Blutkörperchen wie für mehrere andere Arten von Zellen. Dieser Versuch an sich ist ausserordentlich interessant, besonders wenn dessen Resultat mit Finsens Nachweis bezüglich der inzitierenden Wirkung des Lichtes auf wenig zusammengesetzte Organismen wie Fötus und Salamanderjunge verglichen wird. Auch in praktischer Beziehung liegt die Möglichkeit vor, dass Quinckes Versuch weitreichende Folgen haben kann, falls es sich durch fernere Untersuchungen zeigen sollte, dass die beständig der Einwirkung des Lichtes ausgesetzten Zellen des Organismus — also besonders die Zellen der Haut und die Blutkörperchen — nicht allein vom Lichte zu erhöhtem Stoffwechsel, sondern auch zur besseren Erfüllung ihrer ausserordentlich bedeutungsvollen Funktionen stimuliert werden. Dies sind indessen nur äusserst unsichere Zukunftsmöglichkeiten; ob die Verhältnisse wirklich derart sind, können nur weitere Versuche entscheiden. Augenblicklich wissen wir ausser dem, was durch Quinckes Versuche nachgewiesen ist, nichts Sicheres über den Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel.

Eine Anzahl Ärzte, welche nicht die hier geäusserte skeptische Betrachtung betr. der Behauptung Moleschotts und seiner Schüler über die Erhöhung des Stoffwechsels seitens des Lichtes teilen, haben in den letzteren Jahren versucht, aus dieser vermuteten Lichtwirkung zur Behandlung abnorm starker Fettigkeit Nutzen zu ziehen. Um ein Schwinden des Fettes zu erreichen, ist ein erhöhter Stoffwechsel des Organismus zweifellos zweckmässig. Wenn dies wirklich durch kräftige Lichtaussetzung des Körpers zu erreichen wäre, so würden Lichtbäder ohne Zweifel mit Vorteil zur Behandlung der Fettsucht anzuwenden sein, aber wie erwähnt, spricht alles gerade dafür, dass eine vom Lichte hervorgerufene Erhöhung des Stoffwechsels nur anscheinend ist, indem sie indirekt durch Zunahme der Bewegungen und Spannung der Muskeln entsteht. Experimentell begründet ist diese Behandlungsweise also nicht,

und deren praktische Anwendung scheint, wie es von vorneherein zu erwarten war, auch schlechte Resultate ergeben zu haben.

Die Wirkung des Lichtes auf das Blut.

Hierüber wissen wir mit Sicherheit sehr wenig; im grossen und ganzen muss man sich auf Vermutungen beschränken. Es ist jedoch als wahrscheinlich zu betrachten, dass zwischen dem Licht und den Funktionen des Blutes dieses oder jenes Verhältnis besteht. Der Farbstoff der roten Blutkörperchen, das Hämoglobin, absorbiert, selbst in dünnen Schichten, einen grossen Teil des Lichtes, nämlich die chemischen Strahlen sowie zwei schmale Streifen im gelben Teil des Spektrums. Auf diese Weise wird dem Organismus zweifellos eine mächtige Energiemenge zugeführt. Wir wissen ganz gewiss absolut nicht, welcher Zweck damit verfolgt wird, aber man kann wohl davon ausgehen, dass es nicht gänzlich ohne Nutzen vor sich geht. Es wäre denkbar, dass die Absorption der chemischen Strahlen seitens des Blutes nur einen Schutz gegen die Einwirkung derselben auf den Organismus bezweckte. In Anbetracht der Leichtigkeit, womit die chemischen Strahlen Entzündung in der Haut hervorrufen, ist nämlich die Annahme nicht ausgeschlossen, dass auch die tiefer liegenden Organe schädlich von denselben beeinflusst werden könnten, falls sie freie Passage durch ein sie nicht absorbierendes Blut hätten. Auf die zwei Streifen im gelben Teil des Spektrums, welche der Farbstoff des Blutes ebenfalls absorbiert, kann diese Betrachtung indessen keine Anwendung finden; denn die gelben Strahlen sind für die Haut gänzlich unschädlich. Überhaupt ist es wahrscheinlich, dass mit der Absorption der genannten Bestandteile des Lichtes seitens des Blutfarbstoffes nicht das rein negative, den Schutz des Organismus gegen eine schädliche Einwirkung bezweckt wird, sondern dass diese Strahlen auf diese oder jene Weise im Dienst des Organismus Verwendung finden; wozu sie gebraucht werden, wissen wir indessen nicht.

Eins ist jedoch als sicher zu betrachten, nämlich dass nur die genannten Strahlen für den Organismus von Bedeutung sein können, da es eine der Hauptregeln für die chemische Wirkung des Lichtes ist, dass nur die Strahlen, welche absorbiert werden, sie auszuüben imstande sind; Strahlen, welche durch einen Stoff gehen, ohne absorbiert zu werden, können denselben dahingegen nicht beeinflussen.

Es ist eine allgemeine Annahme, dass das Licht die Bildung des Blutfarbstoffes fördert und dass umgekehrt Lichtmangel Bleichsucht mit sich führt. Zweifellos bekommen Menschen, die sich beständig in dunklen Wohnungen aufhalten, eine bleiche Hautfarbe, und durch sorg-

fältige Untersuchungen konstatierte man, dass Polarfahrer beim Schluss der Polarnacht eine bleiche Hautfarbe mit einem gelbgrünen Schein hatten (siehe S. 18).

Es ist jedoch keineswegs entschieden, ob die Blässe der Haut in diesem Fall als eine Folge des Farbstoffmangels des Blutes betrachtet werden kann; die Hautfarbe ist nämlich ein sehr unzuverlässiger Massstab für den Farbstoffgehalt des Blutes. Viele Menschen haben von Natur aus ein stark bleichsüchtiges Aussehen, trotzdem aus einer Untersuchung des Blutes ein ganz normaler Farbstoffgehalt hervorgeht. Die Farbe der Haut hängt nämlich ebenso sehr von der Weite der Blutgefässe wie von der Beschaffenheit des Blutes ab. Sind die Blutgefässe der Haut abnorm eng, so wird die Haut wenig Blut enthalten und bekommt deshalb dasselbe Aussehen, als wenn das Blut zu wenig Farbstoff enthält und daher bleich ist. Auf diese Weise erklärt sich wahrscheinlich die Blässe der Menschen, welche dunkle Wohnungen bewohnen. Diese Erklärung entspricht vollständig der früher (Seite 19) angeführten Anschauung, dass die Haut der Polarfahrer ihre bleiche gelbgrüne Farbe gegen Schluss der Polarnacht bekommt, weil die Haut längere Zeit nicht dem gefässerweiternden Einfluss der chemischen Lichtstrahlen ausgesetzt gewesen ist, welchen Finsen durch den Seite 11 erwähnten Versuch nachgewiesen hat.

Zur Anerkennung dieser Ansicht ist um so mehr Grund vorhanden, da Untersuchungen des Blutes von Polarfahrern am Schluss der Polarnacht normalen Farbstoffgehalt ergeben haben, obwohl die Teilnehmer der Expedition die typisch bleiche, etwas gelbgrüne Hautfarbe hatten. Diese Untersuchungen sind auf der früher erwähnten schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1887 und auf Nansens Expedition mit Fram von den Ärzten Gyllenkreutz und Blessing ausgeführt. Besonderen Wert besitzen Blessings Mitteilungen, weil er den Blutfarbstoffgehalt der Teilnehmer während der Reise mass. Er schreibt: „Betreffs der Blutuntersuchungen kann ich in diesem kurzen Bericht nur mitteilen, dass sie weit davon entfernt waren, Blutmangel anzudeuten, sondern dahingegen zu beweisen schienen, dass der Organismus mit Erfolg gegen den Einfluss der Polarnacht zu reagieren vermag.“

Blutuntersuchungen von Menschen, welche dunkle Wohnungen bewohnen, sind, soweit mir bekannt, niemals vorgenommen, aber es ist sicherlich Grund zu der Annahme vorhanden, ihre Blässe derselben Ursache wie bei den Polarfahrern zuzuschreiben.

Zur Entscheidung des Einflusses des Lichtes auf das Blut könnten Tierversuche eine wertvolle Stütze bilden; aber merkwürdigerweise sind bisher sehr wenige ausgeführt.

Eine direkte Einwirkung auf die roten Blutkörperchen hat Finsen gefunden. Da er den Schwanz eines Kaulfrosches im Mikroskop beob-

achtete, während derselbe stark belichtet wurde, sah er, dass die roten Blutkörperchen, die bei diesen Tieren in normalem Zustand oval sind, eine rundliche Form annahmen.

Es liegen drei Reihen experimentelle Untersuchungen betreffs des Einflusses des Lichtes auf den Farbstoffgehalt des Blutes vor. Die zwei (Graffenbergers und Schönebergers) ergaben als Resultat, dass, wenn eine Anzahl Tiere im Licht, eine andere im Dunkel lebt, der Hämoglobingehalt bei letztgenannten abnimmt; diese Versuche, besonders Schönebergers, sind indessen nicht massgebend. Der dritte Forscher Borrissow fand gerade das Entgegengesetzte: dass beständiger Aufenthalt im Dunkeln gar nicht den Hämoglobingehalt des Blutes verringerte. Der Beitrag der experimentellen Untersuchungen zur Entscheidung dieser Frage ist also nur wenig wertvoll und überhaupt ist es bezüglich der meisten Punkte der Zukunft vorbehalten, über die Einwirkung des Lichtes auf das Blut Klarheit zu schaffen.

Auch der vermutete Einfluss des Lichtes auf den Farbstoffgehalt des Blutes hat so viel Zutrauen gefunden, dass er als Basis für Behandlung von Bleichsucht und von anderen Formen von Blutmangel benutzt worden ist. Diese Versuche haben so geringes praktisches Interesse, dass ich keine Veranlassung finde, mich näher mit denselben zu beschäftigen. Dahingegen will ich die Badeeinrichtung, die fast ausschliesslich hierzu wie zur Behandlung von Fettsucht benutzt ist, kurz besprechen; teils weil in den späteren Jahren energische Propaganda für dieses Bad gemacht worden ist, unter dem falschen, aber höchst aktuellen Namen „Lichtbad", teils weil die Einrichtung des Bades so viele technische und hygienische Vorteile besitzt, dass es sicherlich verdient, grössere Ausbreitung als gewöhnliches Reinlichkeitsbad zu gewinnen. Diese Badeeinrichtung ist vor wenigen Jahren von dem amerikanischen Arzt Kellogg konstruiert. Sie besteht aus einem Holzkasten, der gross genug ist, dass man in demselben aufrecht auf einem Stuhl sitzen kann, mit dem Kopf aus dem Kasten durch ein Loch in dessen Decke hervorragend. Auf der Innenseite sind ca. 60 elektrische Glühlampen angebracht. Damit nichts vom Lichte derselben verloren gehen soll, sind die Wände inwendig mit Spiegelglas bekleidet. Dieses Bad bietet vor den gewöhnlich gebrauchten römischen und russischen Schwitzbädern den Vorteil, dass es reinlich ist, dessen Einrichtung und Anlage ist billiger, die Temperatur lässt sich leicht regulieren, der Badende atmet frische und kühle Luft ein, und — das allerwichtigste — der Schweiss bricht schneller hervor und bei niedrigerer Temperatur als bei gewöhnlichen Schwitzbädern, so dass das Herz nicht so stark angestrengt wird. Nach Kelloggs Meinung beruht der letztgenannte Vorteil auf der Erwärmung der Haut durch Strahlenwärme, anstatt wie in dem römischen und russischen Bad durch

Leitungswärme, so dass die Wärme sofort beim Entzünden der Lampen in die Tiefe der Haut hineindringt. Soll sie dagegen durch allmähliche Erwärmung der oberflächlichen Hautschicht in die tiefere Schicht der Haut geleitet werden, so dringt sie selbstverständlich langsamer in die Tiefe, so dass die Temperatur der umgebenden Luft sehr hoch sein muss. Kellogg hat hierin wahrscheinlich recht.

Kellogg selbst betrachtet dieses Bad ausschliesslich als eine verbesserte Form des Schwitzbades. Andere wollen es dahingegen nicht allein als solches, sondern auch als Lichtbad betrachtet wissen; dies ist gänzlich unberechtigt. Das Glühlicht enthält nämlich nur sehr wenige chemische Strahlen, sondern fast ausschliesslich ultra-rote, rote, gelbe und grüne Strahlen; von diesen üben die gelben und grünen, soweit uns bekannt, gar keinen Einfluss auf den Organismus aus, und die einzigste Wirkung der roten und ultra-roten Strahlen besteht darin, den Körper zu erwärmen; von einer spezifischen Lichtwirkung kann also keine Rede sein.

Die Fähigkeit des Lichtes, in den Körper zu dringen.

Hält man seine Hand mit gesammelten Fingern vor eine Lampe, so sieht man deren Licht mit roter Farbe durch die Finger scheinen. Im Gegensatz zu den Röntgenstrahlen, welche vorzugsweise von Knochen absorbiert werden, dringt das Licht ungefähr ebenso leicht durch die Knochen wie durch Blutkörper; nur die Blutgefässe absorbieren es in hohem Grade und zeichnen sich deshalb als dunkle Streifen ab. Ebenso leicht ist es zu konstatieren, dass das Licht durch die Augenlider zu dringen vermag, indem man mit geschlossenen Augen gegen das Tageslicht sieht und abwechselnd die Hand vorhält und fortnimmt.

Die rote Farbe, welche das Licht beim Passieren der Gewebe annimmt, entsteht dadurch, dass das Blut selbst in dünnen Schichten, die blauen und violetten Lichtstrahlen absorbiert. In dickeren Schichten absorbiert es auch die grünen und gelben Strahlen, so dass nur die roten hindurchdringen. Dies lässt sich durch spektroskopische Untersuchung von Blut konstatieren, nachdem es entleert ist oder während es in den Gefässen strömt. Dies letzte hat Finsen in einem seiner Versuche gemacht. Er hielt ein Spektroskop vor ein Ohr und richtete es gegen das Tageslicht; er sah alsdann nur einen roten Streifen; drückte er dahingegen das Ohr zwischen zwei Glasplatten blutleer, so kamen alle Farben des Spektrums zum Vorschein; das Blut absorbiert also alle Strahlen, ausgenommen die roten; durch blutleeres Gewebe dringt das Licht dahingegen ungehindert; in dem erwähnten Fall passierte es zwei Schichten Haut und eine Schicht Knorpel.

Eine genauere Untersuchung der Fähigkeit der einzelnen Bestandteile des Spektrums, durch blutgefülltes Gewebe zu dringen, wurde kürzlich von Busck auf Finsens medizinischem Lichtinstitut angestellt. Er fand, dass der innerste Teil der ultra-roten Strahlen am leichtesten durch ein blutgefülltes Kaninchenohr dringt, sowie dass sich die Fähigkeit nach beiden Seiten verliert, also in der Richtung der äussersten ultra-roten Strahlen und durch den sichtbaren Teil des Spektrums bis zu dessen blau-violetten Teil; von diesen Strahlen wurden ca. 99 % absorbiert.

Die roten Strahlen sind imstande, dicke Schichten blutgefüllten Gewebes zu passieren; es ist ungefähr gleichgültig, um welche Gewebsart es sich handelt, ob es Haut, Knochengewebe, Muskeln, Knorpel oder Sehnen sind; das Licht kann durch alles, ausgenommen Gefässe dringen. Man hat auf Basis dessen eine medizinische Untersuchungsmethode geschaffen. Hat z. B. ein Patient eine entzündete elektrische Glühlampe in seinem geschlossenen Mund, so kann die durch die Wangen scheinende Helle des Lichtes Auskünfte über das Vorhandensein von Krankheiten im Oberkiefer geben. Führt man eine Glühlampe mit Hilfe einer Magensonde in den Magen und entzündet sie, so wird rotes Licht durch die Bauchwand scheinen. Man hatte gehofft, auf diesem Wege sichere Auskunft über die Grösse und Lage des Magensackes, Vorhandensein von Geschwülsten etc. bekommen zu können; aber es hat sich gezeigt, dass das Licht nicht scharf abgegrenzt durch die Wand des Magensackes geht, sondern sich auch über die anderen Unterleibsorgane ausbreitet.

Selbst wenn wesentlich die roten Strahlen durch blutgefülltes Gewebe zu dringen vermögen, ist dies doch nicht gänzlich für die chemischen Strahlen ausgeschlossen. Godneff bewies dies, indem er kleine verschmolzene, mit Chlorsilber gefüllte Röhrchen unter der Haut von Hunden und Katzen anbrachte und einige der Tiere im Lichte, andere im Dunkel verweilen liess. Als die Glasröhrchen nach einer Stunde herausgenommen wurden, war das Chlorsilber bei den dem Licht ausgesetzt gewesenen Tieren geschwärzt, dahingegen nicht bei denen, welche sich im Dunkel aufgehalten hatten. Da Chlorsilber fast ausschliesslich von chemischen Strahlen geschwärzt wird, so müssen diese durch die blutgefüllte Haut gedrungen sein.

Ausserdem hat Busck nachgewiesen, dass konzentriertes elektrisches Licht, welches eine Hand von 2,8 cm Dicke passiert hatte, eine genügende Menge chemische Strahlen enthielt, um eine gewöhnliche photographische Bromsilberplatte beeinflussen zu können; Busck kopierte u. a. ein photographisches Negativ mittelst dieses Lichtes.

Nur ein sehr geringer Teil der chemischen Strahlen vermag jedoch durch blutgefüllte Gewebe zu dringen. Dies lässt sich aus Finsens oben

erwähnter spektroskopischen Untersuchung eines Ohres, sowie aus folgendem Versuch ersehen: Auf die eine Seite des Ohres legte Finsen ein Stück photographisches Chlorsilberpapier und liess blau-violettes konzentriertes Sonnenlicht auf die andere Seite fallen. Nach 5 Minuten war das Papier noch nicht beeinflusst. Finsen drückte danach das Ohr zwischen zwei Glasplatten blutleer; nun war das Papier nach 5 Minuten vollständig schwarz, und bei fortgesetzten Versuchen konstatierte er bei nur 20 Sekunden langer Belichtung eine deutliche Färbung. Das Resultat dieses Versuches steht in keiner Weise im Widerspruche zu Godneffs; denn in Finsens Versuch passierte das Licht eine dickere Schicht Gewebe und die Belichtungszeit war bedeutend kürzer, so dass die Wirkung selbstverständlich geringer werden musste; aber Finsens Versuch ist ein entscheidender Beweis dafür, dass die chemischen Strahlen in nur sehr geringem Grad durch blutgefülltes Gewebe zu dringen vermögen, dahingegen mit Leichtigkeit durch blutleeres. Dies hat für die praktische Anwendung der chemischen Strahlen des Lichtes ausserordentlich grosse Bedeutung, indem ihre Wirkungsfähigkeit notwendigerweise auf die Teile des Körpers begrenzt sein muss, welche blutleer gemacht werden können, also wesentlich auf die Haut, und obendrein nur auf deren oberflächlichste Schicht. Eine Reihe von H. Jansen kürzlich auf Finsens med. Lichtinstitut angestellte Untersuchungen haben nämlich als Resultat ergeben, dass die Epidermis alle die äusserst im Spektrum liegenden ultra-violetten Strahlen absorbiert und von den anderen chemischen Strahlen (also von den innersten ultravioletten sowie den violetten und blauen) so viele, dass die übrig bleibenden nur in einer Tiefe bis zu 1,5 mm Bakterien zu töten vermögen. Zu diesen Versuchen benutzte Jansen sogar ein ausserordentlich kräftiges Licht, nämlich das zur Behandlung von Lupus vulgaris verwendete.

Angespornt durch die günstigen Resultate, welche Finsen bei der Behandlung von Hauttuberkulose mit konzentriertem Licht erzielt hat, haben eine Anzahl Ärzte, besonders amerikanische, sich die Möglichkeit gedacht, Tuberkulose der inneren Organe auf ähnliche Weise behandeln zu können. Der Amerikaner Freudenthal behandelte z. B. Kehlkopftuberkulose, indem er eine elektrische Glühlampe, deren Licht dadurch konzentriert war, dass es eine Glaskugel mit Wasser passierte, vor den Kehlkopf des Patienten 5 Minuten zur Zeit, 1—3 mal wöchentlich hielt. Die gänzliche Wirkungslosigkeit dieser Behandlung versteht sich von selbst. Die Wirkung des Lichtes, die Freudenthal benutzen wollte, besteht in dessen Fähigkeit, Tuberkelbazillen zu töten. Da diese Fähigkeit fast ausschliesslich auf den chemischen Strahlen beruht, von denen das Glühlicht so wenige enthält, dass sogar Bakterien in Kultur stundenlang demselben ausgesetzt werden können, so lässt sich mit

Sicherheit davon ausgehen, dass das von vornherein sehr schwache Licht, nachdem es einen blutgefüllten Kehlkopf passiert hat, nur eine so unbedeutende Spur chemischer Strahlen enthält — wenn überhaupt solche übrig sind —, dass es vollständig wirkungslos ist.

Ganz dasselbe gilt von den Versuchen mit der Lungentuberkulose-Behandlung, von denen in den letzten Jahren mehrere veröffentlicht sind; die Möglichkeit der chemischen Strahlen des Lichtes in eine blutgefüllte Lunge zu dringen, ist gänzlich ausgeschlossen.

In naher Verbindung mit den Versuchen betreffs der Fähigkeit des Lichtes durch das Gewebe des Organismus zu dringen, stehen die Versuche, welche die Aufgabe haben, die Passage der chemischen Lichtstrahlen durch Kleidungsstücke zu untersuchen. Diese Frage ist wesentlich von Boubnoff studiert. Auf einem Brett befestigte er photographisches Papier mit der lichtempfindlichen Seite nach aussen gewendet; die zu untersuchenden Stoffe wurden, ohne gespannt zu werden, auf dasselbe gelegt und mit einem farblosen Glas bedeckt. Diese Vorbereitungen machte er in einem dunklen Zimmer; die Lichtaussetzung ging an einem Fenster vor sich, das nach Nordwesten lag, und durch welches also ausschliesslich diffuses Tageslicht, aber nicht direktes Sonnenlicht fiel. Nach Beendigung der Belichtung brachte Boubnoff das Papier wiederum in die Dunkelkammer. Mit Hilfe des Schwärzungsgrades konnte er die Durchdringlichkeit des betreffenden Stoffes für chemische Strahlen beurteilen. Es zeigte sich, dass chemisch wirksame Lichtstrahlen durch unsere gewöhnlichen Bekleidungsstücke sowohl tierischen wie vegetabilischen Ursprungs zu dringen vermögen. Die Stoffe sind leichter in ungefärbtem als in gefärbtem Zustande durchdringlich; ihre Durchdringlichkeit für chemische Lichtstrahlen steht nicht im Verhältnis zu ihrer Durchdringlichkeit für Luft, sondern hängt wesentlich von der Dicke und Farbe des Zeugs ab. Von den gefärbten Stoffen lassen die blauen die meisten, die schwarzen die wenigsten Strahlen passieren.

Die Oberfläche unseres Körpers ist also nicht so vollständig vom Lichte abgesperrt, wie es im allgemeinen angenommen wird.

Die Wirkung des Lichtes auf Bakterien.

Nachdem Pasteur in den 60er Jahren die Bedeutung der Bakterien als Gärungs- und Fäulniserzeuger nachgewiesen, sowie Methoden entworfen hatte, sie zu züchten, bestand die nächste Aufgabe der bakteriologischen Forschung in der Untersuchung der Lebensbedingungen der Bakterien und in der Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Naturkräfte auf dieselben. Die ersten Untersuchungen

bezüglich des Einflusses des Lichtes auf Bakterien und andere Organismen wurden im Jahre 1876 von zwei englischen Forschern, Downes und Blunt angestellt; in den Jahren seitdem sind die Untersuchungen mit grossem Eifer fortgesetzt worden, wesentlich weil man schnell die sehr grosse hygienische Bedeutung des Lichtes erkannte. Das Licht steht nämlich in erster Reihe zwischen den Kräften, welche zu dem Zugrundegehen der Bakterien in der Natur beitragen, und es ist daher auch eines der wirksamsten Mittel, über welches wir zum Schutze gegen die krankheitserregenden Bakterien verfügen.

Downes und Blunts Versuche sind nicht allein ganz besonders interessant, weil sie die Bakteriologie in ein ganz neues und fruchtbares Gebiet führten, sondern auch, weil sie so gründlich durchdacht waren, dass sozusagen alle die Einzelheiten, mit welchen sich spätere Forscher beschäftigt haben, bearbeitet worden sind, und weil sie so sorgfältig überlegt und ausgeführt wurden, dass die späteren Untersuchungen im wesentlichen ihre Resultate bekräftigt haben. Dies ist um so bewunderungswürdiger, da die bakteriologische Technik zu der Zeit, als Downes und Blunt ihre ersten Versuche ausführten, noch auf ihrer allerersten primitiven Entwickelungsstufe stand. Während es seit 1881 mit grösster Leichtigkeit möglich ist, Kulturen herzustellen, welche nur eine einzelne Bakterienart enthalten („Reinkulturen"), mussten Downes und Blunt sich mit einer zufälligen Mischung von Bakterien begnügen. Das von ihnen angewendete Verfahren gleicht ungefähr dem ursprünglichen Pasteurschen: In mit Wattepfropfen geschlossene Reagenzgläser füllten sie eine Flüssigkeit, in der Gärungs- und Fäulnismikroben erfahrungsgemäss gut gedeihen; sie brauchten vorzugsweise eine Lösung von Zucker und Ammoniaksalzen, die auch Pasteur zu seinen Versuchen gebraucht hatte, ausserdem Heuabsud, Runkelrübenabsud, frischen Urin usw. Wattepfropfen, in deren Poren die Bakterien bei der Passage der Luft zurückgehalten werden, schützten die Flüssigkeit gegen Keiminfektion aus derselben. Wurde das Reagenzglas z. B. eine Woche ins Licht gestellt und entwickelten sich Bakterien in der Flüssigkeit, nachdem das Reagenzglas wiederum ins Dunkel gestellt war, so konnten es also nicht zufällig aus der Luft eingemischte Keime sein, sondern sie mussten von den sich beim Beginn des Versuches in der Flüssigkeit befindlichen stammen; sie hatten also der Einwirkung des Lichtes eine Woche widerstanden. Es ist leicht verständlich, dass bei diesen Züchtungsweisen keine Reinkultur entstand; die in der Flüssigkeit entwickelte Bakterienflora wurde aus den Arten zusammengesetzt, welche von Anfang an zufällig repräsentiert gewesen waren. Zu den verschiedenen Versuchsreihen sind also verschiedene Bakterienarten benutzt, die vielleicht nicht auf dieselbe Weise gegenüber dem Licht reagierten, was notwendigerweise die Zuverlässigkeit der Versuche etwas verringern muss.

Die Reagenzgläser wurden vor ein nach Südosten liegendes Fenster gestellt, und neben dieselben ganz entsprechende Gläser, welche gegen die Wirkung des Lichtes durch Einpackung in Bleiplatten geschützt waren; nach dem Verlauf eines gewissen Zeitraumes wurden die belichteten Gläser ins Dunkel gestellt. Wenn nun in den lichtdicht eingepackten, aber nicht in den belichteten Gläsern Bakterien ausgewachsen waren, so musste die Lichteinwirkung die Ursache sein. Selbst ob bei Abschluss der Belichtung in den belichteten Gläsern keine Bakterien vorhanden waren, so liess sich daraus doch nicht Tötung der ursprünglich vorhandenen Bakterien schliessen; es konnte eine derartige Schwächung eingetreten sein, dass sie während der schädlichen Einwirkung des Lichtes nicht zu wachsen vermochten. Downes und Blunt stellten daher die belichteten Gläser einige Zeit ins Dunkel; hielt sich die Flüssigkeit alsdann fernerhin klar, so liess sich Tötung der Bakterien als sicher betrachten. Auf diese Weise glückte es ihnen zu beweisen, dass nicht allein direktes Sonnenlicht, sondern auch diffuses Tageslicht einen schädlichen Einfluss auf Bakterien hat, so dass sie entweder vernichtet oder im Wachstum gehemmt werden. In der Regel wurden die Bakterien getötet, wenn sie einige Stunden, oder höchstens einige Tage direktem Sonnenlicht ausgesetzt wurden.

Hiermit war jedoch nicht entschieden, ob das Licht direkt die Bakterien beeinflusste; es konnte auch die Möglichkeit gedacht werden, dass sie zu Grunde gingen, indem sich durch die Einwirkung des Lichtes auf die Nahrungsflüssigkeit schädliche Stoffe bildeten. Auch diese Möglichkeit zogen Downes und Blunt in Betracht und widerlegten sie durch einige sehr schöne Versuche. Sie gingen davon aus, dass in destilliertem Wasser keine chemischen Prozesse vorgehen können; wenn also das Licht Bakterien tötet, die in destilliertem Wasser aufgeschlemmt sind, so muss es die Bakterien direkt beeinflussen. Sie füllten deshalb destilliertes, Bakterien enthaltendes Wasser in Reagenzgläser und versenkten hierin kleine verschmolzene Glasbehälter mit Nahrungsflüssigkeit eines derartigen Konzentrationsgrades, dass bei einer Vermischung mit dem Wasser, die Mischung dieselbe Stärke wie die gewöhnlich gebräuchliche Nahrungsflüssigkeit erhielt. Vor dem Verschmelzen des Glasbehälters sterilisierten sie die konzentrierte Nahrungsflüssigkeit durch Kochen; das Reagenzglas enthielt also auf diese Weise keine anderen Bakterien als die, welche sich im destillierten Wasser fanden. Die Reagenzgläser stellten sie nun ins Licht. Nach einiger Zeit wurden die Spitzen der kleinen Glasbehälter durch Schütteln abgebrochen, so dass sich die sterile konzentrierte Nahrungsflüssigkeit mit dem Wasser vermischte, worauf sie die Reagenzgläser ins Dunkel stellten. Es zeigte sich, dass sich die Flüssigkeit bei genügend langer Belichtung klar hielt; die Bakterien in dem destillierten Wasser waren also getötet; demnach musste das Licht sie

direkt beeinflusst und konnte sie nicht durch Entwickelung eines antiseptischen Stoffes in der Nahrungsflüssigkeit getötet haben.

Schon durch diese Versuche war die Grundlage gelegt, auf welche ungefähr 20 Jahre später unsere Kenntnis über die Fähigkeit des Lichtes, Wasser in Seen und Flüssen zu desinfizieren, aufgebaut wurde, eine Kenntnis, die die grösste hygienische Bedeutung gehabt hat. Durch andere Versuche wiesen Downes und Blunt die Fähigkeit des Lichtes nach, auch eingetrocknete Bakterien töten zu können; dass dies eine ebenso hervorragende Bedeutung hat, ist selbstverständlich.

Die Annahme lag nahe, dass die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, ebenso wie ein Teil der chemischen Wirkungen, auf einem Oxydationsprozess beruht, so dass die Wirkung kräftiger werden musste, wenn das Licht mit der atmosphärischen Luft zusammenwirkte, als wenn die Bakterien keinen Zutritt zu derselben hatten. Um zu entscheiden, ob dies der Fall ist, führten Downes und Blunt folgenden Versuch aus: Eine Anzahl Reagenzgläser mit Nahrungsflüssigkeit pumpten sie luftleer; einige derselben belichteten sie in diesem Zustand, in andere liessen sie vor der Belichtung ein wenig Sauerstoff hinein, wieder andere füllten sie ganz mit Sauerstoff. In den vollständig luftleeren Gläsern wurde die Flüssigkeit trotz der Belichtung ebenso schnell trübe, wie in entsprechenden Gläsern, die im Dunkel standen. In den anderen Gläsern hielt sich die Flüssigkeit je länger klar, je mehr Sauerstoff das Glas enthielt. Downes und Blunt konnten also hieraus schliessen, „dass die Wirkung auf diese Organismen nicht dem Licht allein zuzuschreiben ist, sondern dass das Vorhandensein freien Sauerstoffs notwendig ist, indem Licht und Sauerstoff zusammen ausführen, was keines von ihnen allein bewirken kann."

Wie immer, wenn von der Wirkung des Lichtes auf lebende Organismen die Rede ist, tritt auch betreffs der bakterientötenden Fähigkeit die Frage in den Vordergrund, auf welchen Strahlen des Spektrums die Wirkung beruht. Um dies zu entscheiden, belichteten Downes und Blunt Reagenzgläser mit Nahrungsflüssigkeit in Schachteln von verschiedenfarbigem Glas und stellten neben diese wie gewöhnlich in Bleiplatten eingepackte Reagenzgläser. In den letztgenannten wurde die Flüssigkeit zuerst trübe, danach in denen, welche in einer gelben Schachtel angebracht waren; in den Reagenzgläsern der blauen und klaren Glasschachtel hielt sich die Flüssigkeit klar. Als Resultat des Versuches ergab sich also, dass alle Bestandteile des Spektrums das Wachstum der Bakterien hemmen; aber diese Eigenschaft ist doch wesentlich an die blauen und violetten Strahlen geknüpft.

Durchliest man, was nach Downes und Blunts Zeit über die Wirkung des Lichtes auf Bakterien geschrieben ist, so kann man nicht umhin, die Genauigkeit, mit welcher alle Einzelheiten in dieser ersten Reihe

Versuche durchgearbeitet sind, zu bewundern. Selbstverständlich hat der Fortschritt der bakteriologischen Technik in den vergangenen 25 Jahren auch seinen Einfluss in die Untersuchungen auf diesem Gebiet ausgeübt, so dass es möglich gewesen ist, Versuche auszuführen, die mit der primitiven Technik und der mangelhaften Kenntnis von den Lebensbedingungen der Bakterien, welche man zur Zeit Downes und Blunts hatte, nicht angestellt werden konnten; aber die physikalische Seite der Ordnung der Versuche ist betreffs der Mehrzahl keineswegs besser als bei Downes und Blunt, und die Resultate dieser Forscher sind im grossen und ganzen durch die späteren Untersuchungen bekräftigt. Da eine Beschreibung aller dieser Versuche eine Anzahl Wiederholungen bringen würde, beschränke ich mich in folgendem auf die Besprechung derjenigen, welche Stoffe behandeln, auf welche Downes und Blunt nicht eingingen, oder durch welche ganz neue Tatsachen vorgeführt sind.

Der erste, welcher Downes und Blunts Untersuchungen fortsetzte, war Arloing in Lyon. Er führte seine Versuche 1885 aus, also zu einer Zeit, da sich kein Bakteriolog damit begnügte, mit vermischten Bakterienkulturen von zufälliger Zusammensetzung zu arbeiten, so wie Downes und Blunt es hatten tun müssen; er benutzte zu seinen Versuchen Reinkulturen von Milzbrandbazillen. Die Mehrzahl von Arloings Versuchen sind ganz gewiss von nicht besonderem Interesse; einzelne derselben — nämlich die, welche darauf ausgehen, die Wirkung von farbigem Licht zu untersuchen — sind sogar in physikalischer Beziehung nicht so gut wie Downes und Blunts angelegt.

Auf jeden Fall hat Arloing doch auf zwei Gebieten neue und interessante Tatsachen festgestellt. Er untersuchte als erster den Einfluss des Lichtes auf Bakteriensporen [1]), sowie auf die Fähigkeit der Bakterien Krankheit zu erzeugen. Hierzu eigneten sich Milzbrandbazillen besonders gut; von allen krankheitserregenden Bakterien war man mit deren Züchtung und Eigenschaften am besten vertraut; sie töten mit grösster Sicherheit Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen, wenn etwas einer Kultur unter deren Haut geimpft wird, und ihre Sporenbildung geht leicht sich. Die Untersuchung von Milzbrandbazillen war wegen der grossen vor Vernichtungen, welche der Milzbrand in Südfrankreichs Rinderbestand anrichtete, um so verlockender. Da die Verbreitung der Krankheit dadurch geschieht, dass die kranken Tiere Weiden, Brunnen u. dgl. Stellen, aus denen gesunde Tiere die Bakterien in ihren Verdauungskanal aufnehmen können, infizieren, war es von grösstem Interesse, zu kon-

[1]) Sporen sind kugelrunde Körper, welche in den Bakterien liegen; sie haben die Aufgabe, das Bestehen der Art unter ungünstigen Verhältnissen aufrecht zu erhalten; sie besitzen nämlich grössere Widerstandskraft gegen schädliche äussere Einwirkungen als die übrigen Bestandteile der Bakterien. Werden die Sporen unter günstige äussere Verhältnisse gebracht, so keimen sie und wachsen zu Bakterien aus.

statieren, ob das Licht fähig ist, nicht allein ausgewachsene Bakterien, sondern auch deren Sporen zu vernichten, sowie ob es die Bakterien wenn auch nicht tötet, so doch unschädlich für Tiere machen kann.

Arloing löste letztgenannte Aufgabe, indem er Bouillonkultur von Milzbrandbazillen eine bestimmte Anzahl Stunden im Sonnenlicht stehen liess, danach neue Bouillonkulturen anlegte und endlich, wenn diese ausgewachsen waren, etwas von denselben unter die Haut von Meerschweinchen impfte. Hatte die Belichtung eine Stunde gedauert, so wuchs die von der belichteten Kultur angelegte Bouillonkultur ganz wie sonst, und das Meerschweinchen starb ebenso schnell wie gewöhnlich; aber je länger die Belichtung gedauert hatte, desto später wuchs die Kultur aus und desto länger überlebte das Meerschweinchen die Impfung; hatte die Belichtung ca. 30 Stunden gedauert, so starb das Tier gar nicht, trotzdem die Bakterien, mit welchen es geimpft wurde, lebten. Milzbrandbazillen verlieren also ihre Fähigkeit, Krankheit zu erzeugen, schneller als sie getötet werden. Selbst wenn Milzbrandbazillen in der freien Natur nicht so kräftigem Licht ausgesetzt sind, dass sie zugrunde gehen, so ist doch eine Möglichkeit dafür vorhanden, dass sie für Tiere unschädlich gemacht werden können.

Arloing wies nach, dass ein Tier widerstandsfähig gegenüber frischen Milzbrandbazillen war, wenn es die Impfung mit einer Milzbrandkultur überlebt hatte, welche von einer belichteten Kultur herstammte. Er hatte also durch Belichtung eine Kultur hergestellt, welche Tiere gegen Milzbrand schützen konnte, oder mit anderen Worten eine Vaccine gegen diese Krankheit. Obwohl dies in theoretischer Beziehung ausserordentlich interessant ist, hat es doch keine praktische Bedeutung erhalten, da Pasteur schon früher ein sicher wirkendes und leichter ausführliches Verfahren zur Herstellung von Milzbrandvaccine gefunden hatte.

Arloing hatte als zweite Frage aufgenommen, ob das Licht ebensowohl die Sporen der Bakterien, wie die ausgewachsenen Individuen zu töten vermag. Er konstatierte, dass dies der Fall war, aber gleichzeitig fand er ein merkwürdiges Verhältnis, das zu vielfacher Diskussion Veranlassung gab. Während nämlich die ausgewachsenen sporenfreien Bakterien der Einwirkung des Lichtes 26—30 Stunden widerstanden, gingen die Sporen schon bei zweistündiger Belichtung zugrunde; dies war insofern auffallend, da die Sporen andere physikalische Einwirkungen wie Wärme und Eintrocknung bedeutend besser als die ausgewachsenen Bakterien vertrugen. Da Arloing keine Vorsichtsmassregeln dagegen getroffen hatte, dass das Sonnenlicht die Bouillon erwärmte, in welcher sich die Sporen befanden, so wurde gegen seine Versuche der Einwand erhoben, dass während derselben Keimung der Sporen eingetreten sein konnte und das Licht auf diese Weise anstatt Sporen ganze junge Bak-

terien beeinflusste; dass diese geringere Widerstandsfähigkeit als alte Bakterien besassen, war nicht auffallend. Ich will indessen nicht näher auf die ganze Diskussion eingehen, da sie wesentlich für die damalige Zeit Interesse hatte, und habe um so weniger Veranlassung dazu, da die Frage über die Widerstandskraft der Sporen im Verhältnis zu der der Bakterien wohl definitiv durch eine, von H. Jansen kürzlich auf Professor Finsens Laboratorium ausgeführte Anzahl Versuche gelöst ist. Sie ergaben als Resultat, dass die Widerstandskraft der Sporen gegen Belichtung mehrere Male grösser als die der sporenfreien Bakterien ist.

Ein einzelner Beitrag zur Diskussion, nämlich Rouxs, muss jedoch erwähnt werden, weil er neue Impulse in anderer Richtung gab. Roux behauptete, es sei nur scheinbar, dass Tötung der Sporen in Arloings Versuch innerhalb zwei Stunden stattgefunden hatte, während die Bakterien eine 13—15mal so lange Belichtung vertrugen, indem die Sporen gar nicht getötet waren, sondern nur in der belichteten Flüssigkeit nicht keimen konnten, und zwar wegen der chemischen Veränderungen, die in der Flüssigkeit während der Einwirkung des Lichtes eintraten; hätte Arloing die Sporen nach der zweistündigen Belichtung in frische Nahrungsflüssigkeit geimpft, so würden sie in derselben üppig gewachsen sein. Ähnliches hatte Roux selbst ausgeführt. Er hatte sterile Bouillon einige Stunden ins Sonnenlicht gestellt, danach Milzbrandsporen in die Bouillon geimpft und sie ins Dunkel gestellt; es ergab sich, dass die Sporen schwerer in dieser Bouillon als in der nicht belichteten keimten, und hatte die Belichtung 3—4 Stunden gedauert, so war eine Keimung in derselben nicht möglich. Sie blieben als Sporen liegen, doch ohne zugrunde zu gehen; nach Impfung in frische Bouillon wuchsen sie üppig. Wurden anstatt Sporen sporenfreie Bakterien in die belichtete Bouillon geimpft, so wuchsen diese dahingegen ebenso wie in unbelichteter Bouillon. Bei 3—4stündiger Belichtung der Bouillon entwickelte sich also in dieser ein Stoff, der das Keimen der Sporen verhinderte, aber nicht die ausgewachsenen Bakterien beeinflusste. Dies scheint eine annehmbare Erklärung für das merkwürdige Resultat in Arloings Versuchen zu sein.

Rouxs Versuch war ein sicherer Gegenbeweis gegen Downes und Blunts Behauptung, dass das Licht die chemische Zusammensetzung der Nahrungsflüssigkeit nicht verändert, sondern die Bakterien direkt beeinflusst. Für die Forscher der folgenden Jahre wurde es eine Hauptaufgabe zu entscheiden, ob der Stoff, der bei Belichtung in der Nahrungsflüssigkeit entwickelt wird, ebenso sehr das Wachstum der ausgewachsenen Bakterien wie das Keimen der Sporen verhindert, und in bejahendem Falle, ob dieser Stoff allein bewirkt, dass die Bakterien zugrunde gehen, oder ob diese auch direkt vom Licht beeinflusst werden.

Roux vermutete, dass dieser für die Bakterien schädliche Stoff wesentlich von Kohlenhydraten gebildet wird (Traubenzucker oder dgl.).

Einen festen Anhaltepunkt für die Untersuchung ihrer Natur und Bedeutung erhielt man jedoch erst 6 Jahre später, als Richardson eine Anzahl Versuche mit dem Resultat anstellte, dass bei Aussetzung des Urins unter Sonnenlicht, unter reichlichem Zutritt der atmosphärischen Luft, sich Wasserstoffsuperoxyd bildet — eine chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff —, welches stark oxydierend auf die Stoffe wirkt, mit denen es in Berührung kommt, indem es sich in Wasser und Sauerstoff spaltet, welcher sich danach mit dem fremden Stoff verbindet. Das Wasserstoffsuperoxyd hält sich in sterilem Urin, impft man aber Bakterien in denselben, so spaltet es sich auf die angegebene Weise, wodurch gleichzeitig die Bakterien zugrunde gehen, und falls der Urin schon während der Belichtung Mikroorganismen enthält, so gehen ebenfalls diese zwei Prozesse vor sich. Richardson schloss hieraus, dass bei Sterilisierung des Urins durch Lichtaussetzung dies in grossem Umfange, wenn auch nicht ausschliesslich auf die Entwickelung von Wasserstoffsuperoxyd zurückzuführen ist, das die Bakterien tötet. Nach seiner Auffassung sollte das Licht also gar nicht oder in nur geringem Grade die Bakterien direkt beeinflussen.

Seitdem Richardson seine Versuche veröffentlichte, hat die Frage über den Anteil des Wasserstoffsuperoxyds in der Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, die Untersuchungen auf diesem Gebiete beherrscht. Die Mehrzahl dieser Versuche hat jedoch nur wenig zur Lösung dieser Frage beigetragen, bei einem Teil derselben hat sich sogar gar keine Veränderung der Nahrungsflüssigkeit bei der Belichtung nachweisen lassen. Von den zwei Forschern (Dieudonné und Kruse), welche die eingehendsten Versuche ausgeführt haben, ist Dieudonné mit Richardson darüber einig, dass die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, zum grossen Teil auf der Entwickelung von Wasserstoffsuperoxyd im Nährsubstrat beruht, während Kruse dem Wasserstoffsuperoxyd jegliche Bedeutung abspricht und überhaupt annimmt, dass die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, nicht allein einer Veränderung der Nährstoffe, sondern auch einer direkten Einwirkung auf die Bakterien zuzuschreiben ist.

Eine Anzahl von mir ausgeführte Versuche ergaben als Resultat, dass bei Belichtung einer Anzahl von Flüssigkeiten, welche als Nährstoff für Bakterien dienen können, ein chemischer Prozess stattfindet, der Tötung der Bakterien zur Folge hat, welche in die betreffende Flüssigkeit nach Belichtung derselben geimpft werden. Dieser chemische Prozess besteht ausschliesslich in der Bildung von Wasserstoffsuperoxyd. Er geht indessen so langsam vor sich, dass das Licht die Bakterien in einer Flüssigkeit bedeutend schneller töten als selbst die geringste Spur von Wasserstoffsuperoxyd hervorbringen kann. Ausserdem ergab sich schnellere Tötung der Bakterien in Flüssigkeiten, in denen kein Wasser-

stoffsuperoxyd gebildet werden kann, als in solchen, wo dieser Prozess vorgeht. Es lässt sich daher als sicher betrachten, dass das Licht die Bakterien direkt beeinflusst, und dass der Beitrag, den die Entwickelung von Wasserstoffsuperoxyd zur Vernichtung der Bakterien liefert, jedenfalls nur gering ist.

Auch ein paar andere, von Downes und Blunt untersuchte nähere Umstände der Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, hat in den vergangenen Jahren Anlass zur Diskussion gegeben, nämlich die Bedeutung des Sauerstoffs für diesen Prozess sowie die Wirkung der einzelnen Abteilungen des Spektrums.

Downes und Blunts Versuche ergaben, dass die Vernichtung der Bakterien bei Belichtung auf einem Oxydationsprozess beruht und daher von dem Vorhandensein freien Sauerstoffs bedingt ist. Da dies einer der fundamentalen Punkte ist, wurden diesbezüglich oft Untersuchungen angestellt. Wegen der Unvollkommenheiten der Ordnung der Versuche haben sie indessen stark variierende Resultate ergeben, obwohl sie alle auf ungefähr dieselbe Weise ausgeführt sind.

Ein Teil derselben ergab als Resultat, dass die Bakterien nur vom Licht getötet werden, wenn sie in Berührung mit Sauerstoff sind, andere, dass der Sauerstoff wohl die Vernichtung der Bakterien beschleunigt, aber doch keine Bedingung für dieselbe ist, und wieder andere, die vollständige Bedeutungslosigkeit des Sauerstoffs in dieser Hinsicht. Meine Versuche resultierten darin, dass das Zugrundegehen der Bakterien bei Belichtung nicht in dem Sinn ein Oxydationsprozess ist, dass das Vorhandensein des Sauerstoffs eine Bedingung für denselben ist. Das Licht kann die Bakterien töten, selbst wenn dieselben vollständig vom Zutritt zum Sauerstoff ausgeschlossen sind.

Die Versuche ergaben nicht unter allen Verhältnissen gleichmässige Bedeutung des Sauerstoffs. Enthielt das Licht alle die ultra-violetten Strahlen, welche Bergkristall und destilliertes Wasser passieren können, so gingen die Bakterien ebenso schnell zugrunde, gleichviel ob sie von atmosphärischer Luft oder von Wasserstoff umgeben waren. Wurde ein Teil der ultra-violetten Strahlen durch die Passage des Lichtes durch Glas absorbiert, so besassen die Bakterien etwas grössere Widerstandskraft in Wasserstoff als in atmosphärischer Luft. Wurde das Licht nicht allein der ultra-violetten Strahlen, sondern auch eines Teiles der violetten und blauen beraubt, indem es sowohl durch Glas wie eine Schicht gelben Nährsubstrates ging, so trat ungefähr 10mal so schnelle Tötung ein, wenn die Bakterien von atmosphärischer Luft, als wenn sie von Wasserstoff umgeben waren. Das Verhältnis scheint also zu sein, dass, je mehr von den stark bakterientötenden blauen, violetten und ultra-violetten Strahlen das Licht enthält, desto weniger hängt dessen Fähigkeit, Bakterien zu töten, von der Mitwirkung des Sauerstoffes ab

und umgekehrt, je weniger der kräftig wirkenden Strahlen es enthält, in desto geringerem Grade ist es imstande, ohne die Mitwirkung des Sauerstoffes Bakterien zu töten.

Auch die Fähigkeit der einzelnen Abteilungen, Bakterien zu töten, ist durch eine Anzahl Versuche geprüft worden. Ein Teil derselben hat ganz gewiss in der Widerlegung der Behauptung Downes und Blunts resultiert: dass alle Abteilungen des Spektrums das Wachstum der Bakterien hemmen, dass diese Eigenschaft sich aber doch wesentlich an die blauen und violetten Strahlen knüpft. Die Mehrzahl der Forscher und — was mehr bedeutet — die, welche ihre Versuche in physikalischer Beziehung auf die zufriedenstellendste Weise ausgeführt haben, sind indessen zu demselben Resultat wie Downes und Blunt gelangt. Besonders interessant sind einige von Marshall Ward ausgeführte Versuche. Während die Mehrzahl der Forscher, nach Downes und Blunts Vorbild, die einzelnen Bestandteile des Lichtes isolierten, indem sie dieselben gefärbte Glasplatten passieren liessen, darstellte Marshall Ward ein Spektrum mit Hilfe eines Bergkristallprismas und liess dasselbe auf eine Bakterienkultur auf festem Nährsubstrat (Gelatine) fallen; wuchs die Kultur aus, so war überall, wo das Licht die Bakterien getötet hatte, ein nackter Fleck bemerkbar. Indem Marshall Ward kennzeichnete, welchen Teilen des Spektrums diese nackten Flecke entsprachen, konnte er konstatieren, dass die bakterientötende Wirkung erst beim Übergang zwischen grün und blau begann und am kräftigsten auf der Grenze zwischen blau und violett war; sein Resultat war also ungefähr dasselbe wie Downes und Blunts.

Diese wesentliche Bekräftigung der Resultate früherer Versuche war jedoch nicht das interessanteste an Marshall Wards Versuchen; aber gerade weil er seinen Versuch auf die angegebene Weise ausführte, konnte er ein Verhältnis beobachten, das später eine ausserordentlich grosse praktische Bedeutung bekommen hat, nämlich, dass die Wirkung des Lichtes sich weit hinaus in das Gebiet der ultra-violetten Strahlen erstreckte, besonders wenn er elektrisches Licht benutzte, welches eine Menge dieser Strahlen enthält. Marshall Wards Untersuchungen, wodurch die hervorragende Fähigkeit der ultra-violetten Strahlen, Bakterien zu töten, zum ersten Male nachgewiesen wurde, bekamen wohl keine praktische Bedeutung; aber drei Jahre später machte Finsen, ohne Marshall Wards Versuch zu kennen, dieselbe Beobachtung, indem er eine Bakterienkultur der Wirkung von Licht aussetzte, das entweder durch eine Bergkristalllinse gegangen war, welche diese Strahlen ungehindert passieren lässt, oder durch eine Glaslinse, welche dieselben absorbiert. Da die Bakterien im ersten Fall bedeutend schneller als im letzten getötet wurden, konnte kein Zweifel über die kräftige Wirkung der ultra-violetten Strahlen gehegt werden. Zusammen mit der

Fähigkeit dieser Strahlen, Entzündung in der Haut zu erzeugen, wurde deren Fähigkeit, Bakterien zu töten, die Grundlage für Finsens Behandlung von Lupus und anderen bakteriellen Hautkrankheiten.

Die neuesten Untersuchungen habe ich auf dem Laboratorium des Finsen-Instituts angestellt. Zu der Zeit, da ich meine Versuche begann, liess es sich also als wahrscheinlich betrachten, dass die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, wesentlich auf den blauen, violetten und ultra-violetten Strahlen beruht. Es war doch nicht ganz sicher und ausserdem nicht entschieden, ob die roten, gelben und grünen Strahlen auch im Besitze dieser Fähigkeit sind. Ich konstatierte, dass bei der Anwendung von genügend kräftigem Licht alle Bestandteile des Lichtes das Wachstum der Bakterien hemmen oder dieselben töten. Die roten Strahlen besitzen die schwächste Wirkung und diese steigt, je nachdem man sich dem ultra-violetten Ende des Spektrums nähert, wo sie am kräftigsten ist.

Da ich mit Licht von konstanter Stärke arbeitete und also die Resultate einer Reihe Versuche vergleichen konnte, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckten, brauchte ich mich nicht wie die früheren Forscher mit einer Schätzung begnügen, wo sich die kräftigste Wirkung findet, sondern konnte diese genau in den verschiedenen Teilen des Spektrums ausmessen. Als Resultat der Messung ergab sich, dass ca. 4 % der Wirkung den roten, gelben und grünen Strahlen zuzuschreiben sind, während ca. 96 % an die blauen, violetten und ultra-violetten geknüpft sind. In der Wirklichkeit kommt den chemischen Strahlen sogar ein noch grösserer Anteil in der Wirkung zu als der, welcher durch meine Versuchsanordnung nachweislich war; ich benutzte nämlich durch Glaslinsen konzentriertes Licht, und Glas absorbiert den grössten Teil der ultra-violetten Strahlen. Bei später ausgeführten Versuchen habe ich gemessen, eine wie stark bakterientötende Fähigkeit die ultra-violetten Strahlen besassen, welche nur Bergkristall, aber nicht Glas passieren können. Ich benutzte Flintglas, die Glasart, welche die meisten ultra-violetten Strahlen passieren lässt, weil ich dadurch erreichte, den Minimalwert für die Wirkung dieser Strahlen zu finden. Es ergab sich, dass der genannte Abschnitt des Spektrums ungefähr 10 mal so starke Wirkung wie das ganze übrige Spektrum zusammen besitzt.

Die hygienische Bedeutung des Lichtes.

Unzweifelhaft ist es für das Gedeihen des menschlichen Organismus von grösster Bedeutung, reichlichen Zutritt zum Licht zu haben. Dunkle Wohnungen gelten mit Recht für ungesund; nach Süden liegende Wohnungen sind gesünder als die nach Norden gelegenen. Für die

bei allen Volksschichten geltende Anschauung gibt ein italienisches Sprichwort einen treffenden Ausdruck: „Wo die Sonne nicht hinkommt, da kommt der Arzt.“ Besonders Kinder haben sicherlich viel Licht notwendig; jedenfalls ist die Anschauung vorherrschend, dass der Lichtmangel das Entstehen von Drüsenschwäche und englische Krankheit begünstigt.

Diese Auffassung über die grosse hygienische Bedeutung des Lichtes ist uralt. Schon griechische Ärzte im Altertum verstanden, den Wert heller und sonniger Krankenzimmer zu schätzen.

Die gesunden Menschen setzten damals in reichlichem Masse ihren Körper der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, indem die Lieblingsbeschäftigung des Volkes, die Sportsübungen, mit nacktem Körper und in freier Luft ausgeführt wurden. Das Bedürfnis, den Körper der Einwirkung des Sonnenlichtes auszusetzen, und das Vertrauen auf dessen gesundheitsbewahrende Eigenschaften, gab sich bei den Römern durch den recht gewöhnlichen Gebrauch zu erkennen, „Solarien“, d. w. s. Sonnenbäder auf den Dächern der Häuser einzurichten; hier spazierte man nackend oder lag auf Kissen im Sonnenschein.

Diese auf Jahrhunderte lange Erfahrung gegründete Ansicht über die grosse hygienische Bedeutung des Lichtes kann ganz sicher als richtig betrachtet werden. Sucht man indessen zu erklären, worin diese grosse hygienische Bedeutung besteht, und durch welche Einwirkung des Lichtes auf die Funktionen des Körpers sie bedingt ist, so wird dies in hohem Grade dadurch erschwert, dass unser Wissen über die Wirkungen des Lichtes auf den menschlichen Organismus betreffs der meisten Punkte sehr unsicher ist, so wie es aus dem von mir im vorhergehenden Dargestellten hervorgeht. Es ist vielleicht Grund zu der Annahme vorhanden, dass es sich um einen stimulierenden Einfluss auf die Funktionen des Organismus handelt, in Analogie mit dem von Finsen nachgewiesenen Hervorbringen von Reflexbewegungen bei niederen Tieren, und der von Quincke nachgewiesenen Zunahme des Stoffwechsels in isolierten Zellen als Folge der Einwirkung des Lichtes; aber selbst wenn die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt wird, bedeutet sie doch nur einen kleinen Fortschritt in der Erkenntnis und Erklärung der mächtigen Bedeutung, welche das Licht aller Wahrscheinlichkeit nach auf die Bewahrung der Gesundheit besitzt.

Nur betreffs eines einzelnen Gebietes der hygienischen Bedeutung des Lichtes ist es durch experimentelle Untersuchungen geglückt, genauere Kenntnis zu erhalten. Eine grosse Anzahl der Forscher, welche sich mit der Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, beschäftigten, haben nämlich aus rein hygienischen Gründen gearbeitet, indem sie untersuchten, ob das Licht Bakterien in der Luft und im Staub, Wasser oder dergl. so schnell zu töten vermag, dass die Annahme einer wesent-

lichen Mitwirkung des Lichtes zum Schutz gegen die Bakterien, welche die Ursache der ansteckenden Krankheiten sind, Berechtigung hat. Es handelt sich betreffs eines grossen Teiles um recht weitläufige Versuche, deren speziell bakteriologische Technik zu verwickelt ist, um hier erklärt werden zu können, so dass ich mich damit begnügen muss, in grossen Zügen eine Darstellung der Versuchsresultate zu geben.

Durch zahlreiche, von verschiedenen Forschern ausgeführte Versuche ist es konstatiert, dass Kulturen der Bakterien, welche keine Sporen bilden — und das ist nur bei wenigen der für den Menschen schädlichen Bakterien der Fall — zugrunde gehen, wenn sie einige Stunden lang direktem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Es ist indessen nicht sicher, dass die Bakterien in der Natur sich ebenso wie in Kulturen verhalten, da sie häufig unter Verhältnissen gefunden werden, wo sie teilweise im Schatten oder auf andere Weise gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt sind. Die Versuche, bei deren Ausführung hierauf Rücksicht genommen ist, indem die Verhältnisse in der Natur möglichst nachgeahmt sind, haben daher besonders grossen Wert. Als Beispiele lassen sich folgende zwei Versuche anführen. Wittlin untersuchte die Fähigkeit des Sonnenlichtes, Bakterien im Strassenstaub zu töten, mit dem Resultate, dass dieser durch einige Stunden lange Aussetzung starken Sonnenlichtes sterilisiert wurde. Migneco liess den Auswurf tuberkulöser Patienten auf Leinen- und Wollstoffe eintrocknen und legte diese danach in den Sonnnenschein. Trotzdem die Tuberkelbazillen von Schleim umgeben und demnach teilweise gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt waren, widerstanden sie doch dem Sonnenlicht — allerdings italienischem Sonnenlicht — nur 24 bis 30 Stunden. Endlich hat Esmarch die Fähigkeit des Sonnenlichtes nachgewiesen, die Oberfläche von Bettzeug u. dergl. zu desinfizieren; in dasselbe hinein kann es selbstverständlich nicht dringen.

Die interessantesten Versuche drehen sich um die Wirkung des Lichtes auf Bakterien in Wasser. Besonders durch Buchners und Franklands Untersuchungen ist die bedeutende Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, auch nachdem es eine dicke Schicht Wasser passiert hat, festgestellt. Der Grund, dass die Passage durch Wasser die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, nicht sonderlich herabsetzt, ist in den Absorptionsverhältnissen des Wassers zu suchen. Eine dünne Schicht absorbiert fast ausschliesslich ultra-rote Strahlen, eine etwas dickere auch eine Anzahl rote; die chemischen Strahlen — also gerade die, welche Bakterien töten, — dringen dahingegen fast ungeschwächt in grosse Tiefen, z, B. können photographische Platten sehr tief im klaren Wasser des Genfer Sees beeinflusst werden. Wie tief das Licht zu bringen vermag, hängt selbstverständlich in hohem Grade davon ab, ob das Wasser klar oder trübe ist. Buchner wies das Bestehen ähn-

licher Verhältnisse für Bakterien nach, indem die Einwirkung des Lichtes auf eine Kultur nicht in nachweislichem Grad durch ungefähr zwei Meter tiefe Versenkung in den Starnbergersee verringert wurde.

Selbst in stark trübem Wasser, z. B. Kloakenwasser, werden die Bakterien vom Lichte getötet. Es ist zahlreiche Male nachgewiesen, u. a. von Provacini; er nahm Proben von Neapels Kloakenwasser, füllte Glasröhrchen damit, packte die Hälfte in schwarzes Papier und stellte alle Gläser ins Sonnenlicht. Während die Bakterien in den eingepackten Gläsern beständig an Zahl zunahmen, war in den belichteten Gläsern die Hälfte derselben nach 2 Stunden getötet und bei 6stündiger Belichtung gingen sie fast alle zugrunde. Ganz entsprechende Verhältnisse findet man in Flüssen und Seen, deren Wasser durch Vermischung mit Kloakenwasser, obgleich dieses ungeheuere Mengen von Bakterien mitführt, verunreinigt wird; z. B. enthält die Seine nur 300 Bakterien per Kubikzentimeter Wasser oberhalb Paris; aber durch Einmischung des Kloakenwassers der Stadt steigt die Zahl auf 200000. Betreffs einiger Flüsse hat man untersucht, wie schnell die beigemischten Bakterien wiederum verschwinden. Beispielsweise kann erwähnt werden, dass schon 3 Kilometer unterhalb Kölns die Hälfte der Bakterien, welche das Kloakenwasser der Stadt in den Fluss führt, zugrunde gegangen sind, und 38 Kilometer weiter unterhalb enthält das Wasser keine grössere Menge Bakterien als oberhalb der Stadt, trotzdem sich auf dieser Strecke neue reiche Quellen zur Verunreinigung finden.

Die Aar enthält unterhalb Bern 10mal so viele Bakterien wie oberhalb der Stadt; aber durch kräftigen Sonnenschein gehen die Bakterien in 5 Stunden zugrunde; in diesem Zeitraum legt der Strom 20 Kilometer zurück. Die „Selbstreinigung" des Flusswassers hat selbstverständlich allergrösste hygienische Bedeutung, da sie eine Bedingung für die Überführung des Kloakenwassers in Flüsse ist. Liegen mehrere Städte an einem Fluss, so ist sie selbstverständlich besonders bedeutungsvoll für diejenigen, welche der Mündung am nächsten liegen.

Nach den Versuchen Buchners, Franklands und anderer Forscher hat das Licht zweifellos einen grossen Anteil an dieser „Selbstreinigung" der Flüsse und Seen; jedoch ist es nicht die alleinige Ursache derselben; andere Faktoren machen ebenfalls ihren Einfluss geltend; besonders die Verdünnung des verunreinigten Flusswassers mit reinerem Wasser, sowie der Niederschlag der Bakterien mit anderen, schwereren Bestandteilen des Flussschlammes.

Es bedarf kaum mehr als obenstehender kurzgefasster Darstellung, um es verständlich zu machen, eine wie ausserordentlich grosse hygienische Bedeutung das Licht hat. Duclaux, der Vorsteher des Pasteur-Institutes in Paris, hat in einer seiner Abhandlungen über dieses Thema, seiner Auffassung folgende treffende Form gegeben: „Kurz gesagt, das

Licht ist das am leichtesten zugängliche, billigste und wirksamste, gesundheitsbewahrende Mittel, welches die private oder öffentliche Hygiene in ihren Dienst nehmen kann."

Finsens Behandlung bakterieller Hautkrankheiten mit konzentrierten chemischen Lichtstrahlen.

Diese Behandlungsmethode wird gegenüber verschiedenen von Bakterien herrührenden Hautkrankheiten angewendet und ist bisher wesentlich als Heilmittel für eine Art Hauttuberkulose, Lupus vulgaris, bekannt geworden. Die Fähigkeit des Lichtes, bakterielle Hautkrankheiten heilen zu können, beruht auf drei der im vorhergehenden erwähnten Eigenschaften der chemischen Lichtstrahlen, nämlich auf ihre Fähigkeit, die Haut zu durchdringen, Bakterien zu töten und Entzündung in der Haut hervorzurufen.

1896 veröffentlichte Professor Finsen ein Buch „Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin", in welchem er die als Grundlage für die Methode benutzten experimentellen Tatsachen beschrieb, sowie die Technik der Behandlung und die praktischen Resutate, welche er bisher erzielt hatte. Die experimentelle Basis habe ich im vorhergehenden beschrieben; ich bringe daher im folgenden nur eine Beschreibung der Technik der Behandlung und deren Resultate.

Die aus früherer Zeit vorliegenden experimentellen Untersuchungen haben ergeben, dass Bakterien einem so kräftigen Licht, wie Sonnenlicht, mehrere Stunden widerstehen können, selbst wenn es unter so günstigen Verhältnissen wie möglich wirkt. Da das Licht durch die Passage durch die Haut geschwächt wird, sah Professor Finsen von vorneherein die Notwendigkeit der Verstärkung desselben durch Konzentration ein, wenn es glücken sollte, Bakterien in der Tiefe der Haut zu töten. Der erste hierzu von Finsen benutzte Apparat bestand nur aus einem Vergrösserungsglas, an welchem ein „Lichtfilter" befestigt war, d. w. s. ein Glasbehälter mit planen Wänden, worin eine Flüssigkeit gefüllt werden kann, die einen Teil des Lichtes absorbieren soll; dieser „Lichtfilter" wurde mit destilliertem Wasser gefüllt, das die stark wärmenden ultra-roten Strahlen absorbiert, aber die anderen Strahlenarten ungeschwächt passieren lässt; indem das Licht durch das destillierte Wasser geht, wird es also abgekühlt, ohne anderweitigen Veränderungen unterworfen zu werden. Das Brennglas wurde in einem derartigen Abstand gehalten, dass der Brennpunkt die Haut traf. Die erste Verbesserung des Apparates bestand darin, die Linse selbst als Lichtfilter fungieren zu lassen, indem man sie hohl machte und in deren Hohlraum das Wasser füllte. Finsen setzte die Linse aus zwei grossen,

in einen Ring mit einem Loch zur Einfüllung des Wassers gekitteten Uhrgläsern zusammen. Zur Erlangung einer möglichst kräftigen Wirkung des Lichtes war es erforderlich, die Linsen so gross wie möglich zu machen. Hier stellte sich Finsen die Schwierigkeit entgegen, dass gleichzeitig mit der Erhöhung der Lichtstärke auch eine Zunahme der Wärme eintrat, so dass er Verbrennung der Haut der Patienten riskierte. Durch eigene Versuche hatte Finsen indessen die Richtigkeit der Versuchsresultate einer Anzahl früherer Forscher konstatiert, dass die Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, wesentlich auf den chemischen Lichtstrahlen beruht. Sorgte er also dafür, dass deren Stärke unverändert blieb, so konnte er also ohne Nachteil die Wärmestrahlen ausschliessen. Die ultra-roten Strahlen absorbierte ja schon das Wasser in der Linse; ausser diesen galt es hauptsächlich, die roten Strahlen zu entfernen, an welche ein grosser Teil der Wärmewirkung geknüpft ist, sowie eventuell auch die gelben. Dies erreichte er durch Blau-Färbung des Wassers in der Linse, zuerst mit Methylenblau, später, da es sich zeigte, dass diese Lösung bei Lichtaussetzung fahl wurde, mit einer Lösung von Kupfervitriol mit Zusatz von etwas Ammoniakwasser. Diese blaue Lösung lässt die blauen und violetten Strahlen ungefähr ungehindert passieren, absorbiert jedoch fast alle die roten, den grössten Teil der gelben und einen Teil der grünen. Diese Lösung ist also zu diesem Zwecke vorzüglich geeignet; man braucht sie nur mehr oder weniger blau zu machen, um eine bestimmte Temperatur im Brennpunkte des Konzentrationsapparates zu erreichen.

Nachdem Finsen mehrere Konstruktionen von Apparaten für Behandlung mit Sonnenlicht geprüft hatte und sie sich als unpraktisch erwiesen, wendete er sich zu einer Konstruktion, welche noch gebraucht wird und die in der Hauptsache dieselbe wie die oben beschriebene ist. Wie beistehende Figur 10 zeigt, besteht der Apparat aus einer plankonvexen Hohllinse, die aus einem Stück planem Spiegelglas und einem grossen Uhrglas zusammengesetzt ist, welche in einem 5 cm breiten Messingring mit einer Öffnung von oben zum Einfüllen von Flüssigkeit eingefasst sind. Die Linse hat einen Diameter von 20—30 cm; deren Hohlraum wird mit der oben erwähnten blauen Lösung gefüllt. Die Linse ist in einem Stativ befestigt, das nach Belieben höher und niedriger gemacht werden kann; es wird auf einen kleinen Tisch gestellt, vor welchem der Patient sitzt oder in der für die Behandlung bequemsten Stellung liegt (siehe Fig. 19). Durch Heben und Senken der Linse, sowie Drehen derselben um ihre lotrechte und wagerechte Achse, lässt sie sich derart einstellen, dass das Licht die zu behandelnde Stelle der Haut trifft und dass die Linse rechtwinkelig zu den Sonnenstrahlen steht, wodurch der möglichst geringste Lichtverlust durch Zurückwerfung erreicht wird. Um beständig diese Stellung beizubehalten, ist es infolge der Bewegung der

Sonne am Himmel notwendig, die Linse mit einigen Minuten Zwischenraum etwas zu drehen.

Unter unseren Breitegraden ist das Sonnenlicht nur während der Sommermonate genügend kräftig, um Verwendung finden zu können. Finsen sah daher von vorneherein die Notwendigkeit ein, in der Regel künstliches Licht benutzen zu müssen. Er wählte elektrisches Licht, weil sich mit demselben eine sehr grosse Lichtstärke erzeugen lässt, und weil es eine verhältnismässig grosse Menge blaue und violette Strahlen enthält. Untenstehende Tabelle gibt die Lichtstärke verschiedener Stellen in den Spektren der gewöhnlichen Arten künstlichen Lichtes an. Die Lichtstärke in dem gelben, am stärksten leuchtenden Teil des Spektrums ist auf 100 gesetzt; die Zahlen geben also im wesentlichen das Verhältnis zwischen der Lichtstärke und der chemischen Wirkung der betreffenden Lichtquelle an. Hat man z. B. eine Gaslampe und eine elektrische Bogenlampe, deren Licht im gelben Teil des Spektrums dieselbe Lichtstärke (100) haben, so wird der blaue Teil des Spektrums im Gaslicht die Lichtstärke 125, im elektrischen Licht 735 besitzen.

Fig. 10.

	Lichtstärke in den einzelnen Teilen des Spektrums				Total-Lichtstärke in Normallicht
	rot	gelb	grün	blau	
Normallicht	73	100	104	134	1
Gaslampe	74	100	103	125	16
Kalklicht	59	100	113	285	90
Elektrisches Bogenlicht	61	100	121	735	362
Magnesiumlicht	50	100	223	1129	215
Mondlicht	87	100	155	363	204
Sonnenlicht	45	100	250	2971	70 000

Diese Berechnung zeigt deutlich, dass das elektrische Bogenlicht verhältnismässig viele chemische Strahlen enthält. Da sich ausserdem durch Anwendung eines kräftigen Stromes und einer grossen Lampe eine sehr grosse Lichtstärke erreichen lässt, kann dieses Licht eine ausserordentlich starke chemische Wirkung ausüben. Da es gleichzeitig leicht zu brauchen und verhältnismässig billig ist, eignet es sich vorzüglich zu diesem Zweck.

Die Sammelapparate für elektrisches Licht müssen notwendigerweise anders als die Sonnenlichtapparate eingerichtet sein. Wegen des ungeheueren Abstandes der Sonne von der Erde lässt sich deren Licht als ausschliesslich aus parallelen Strahlen bestehend betrachten. Die von einer elektrischen Bogenlampe ausgehenden Strahlen sind dagegen divergierend. Um in einem Brennpunkt gesammelt zu werden, sind sie daher einer stärkeren Konzentration auszusetzen. Ausserdem ist bei der Konstruktion der Apparate darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Sammelpunkt der Strahlen weit von der Lampe entfernt liegen muss, damit deren Wärme den Patienten nicht geniert.

Diese Schwierigkeit überwand Finsen durch Zusammensetzung der Apparate aus zwei Systemen von Linsen, die das Licht auf die in Fig. 5 dargestellte Weise brechen.

Das erste System sammelt die von der Lampe ausgehenden divergierenden Strahlen zu parallelen; da diese ihren Weg fortsetzen, ohne ihre Richtung zu verändern, kann das zweite System, welches die konvergierenden Strahlen sammelt, in einem beliebigen Abstand von der Lampe angebracht werden, so dass sich der Brennpunkt so weit von der Lampe verlegen lässt, dass die Wärme die Patienten nicht geniert. Die der Lampe zunächst liegende Linse wird der Lampe möglichst genähert, wodurch die möglichst beste Ausnutzung des Lichtes erreicht wird.

In Fig. 11 ist der Konzentrationsapparat zu elektrischem Licht abgebildet, den Finsen benutzte, als er 1896 seine erste Mitteilung über die neue Behandlungsmethode veröffentlichte. Es war ein fernglasähnlicher Apparat, der aus Glaslinsen bestand, welche, in zwei Messingzylinder eingefasst, gegeneinander verschiebbar waren. In dem, dem Lichte zunächst liegenden Ende des Apparates befanden sich drei Linsen, weil das Licht regelmässiger durch diese als durch eine einzelne stärker gekrümmte Linse gebrochen wird. Der Apparat wurde derartig aufgehängt, dass der Abstand zwischen den Kohlenspitzen der Lampe und der nächsten Linse mit der gesammelten Brennweite der drei Linsen gleich war. Da die Lichtstrahlen also von dem Brennpunkt der Linsen ausgingen, wurden sie durch die Passage durch die Linsen von divergierenden zu parallelen Strahlen verändert. Diese gingen durch die leeren Zylinder und trafen an deren anderem Ende ein System von Linsen, das ebenso wie der Konzentrationsapparat für Sonnenlicht eine

mit Flüssigkeit gefüllte Hohllinse bildete. Die erste Linse machte die parallelen Strahlen schwach konvergierend, die zweite sammelte sie noch mehr, so dass sie 22 cm von derselben entfernt vereint wurden. Die Wasserschicht zwischen den Linsen liess sich dicker als in den Sammel-

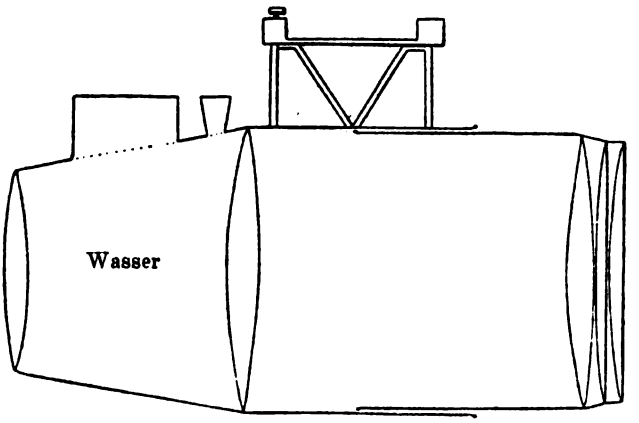


Fig. 11.

apparaten machen, weil die Schwere des Apparates nicht in Betracht kam, da er fest aufgehängt werden sollte. Das Wasser zwischen den zwei letztgenannten Linsen hatte denselben Zweck wie das im Sonnenapparat, nämlich die ultra-roten Strahlen zu absorbieren; es wurde eben-

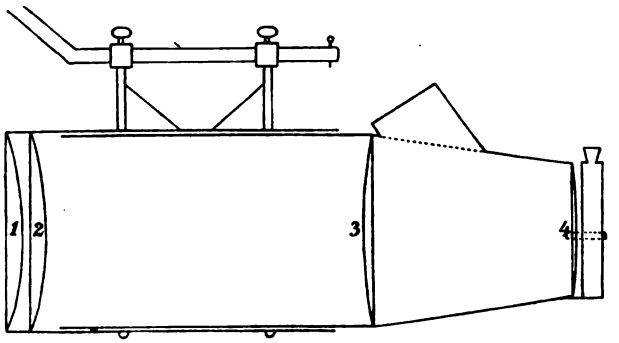


Fig. 12.

falls blau gefärbt, um das Licht ausserdem durch teilweise Absorption der roten, gelben und grünen Strahlen abzukühlen.

Die wesentlichsten Veränderungen, welche in dem in Fig. 12 dargestellten Modell eingeführt sind, bestehen darin, dass die Linsen einen Diameter von 25 anstatt 17 cm haben, so dass sie viel mehr Licht auf-

fangen, selbst wenn der Abstand von der Lampe derselbe wie der des älteren Apparates ist, sowie dass der Raum zwischen den Linsen Nr. 3 und 4 mit klarem Wasser gefüllt wird; die Absorption der roten, gelben und grünen Strahlen geht in einem „Lichtfilter" vor sich, der aussen auf dem Apparat angebracht ist; indem man mehrere mit blauen Lösungen verschiedenen Konzentrationsgrades gefüllte Lichtfilter hat, lässt sich der Wärmegrad des Lichtes schnell und leicht variieren.

Nachdem diese Apparate ganz kurze Zeit in Gebrauch gewesen waren, lernte Finsen die ausserordentlich stark bakterientötende Fähigkeit der ultra-violetten Strahlen kennen. Da gleichzeitig die früher erwähnten Versuche gezeigt hatten, dass auch die Hautentzündung zum grossen Teil auf diesen Strahlen beruht, begriff er sofort, von welcher grossen Bedeutung das möglichst reichliche Vorhandensein der ultra-violetten Strahlen in dem Licht ist, womit die Patienten behandelt werden. Um dies zu erreichen, ist es erforderlich, dass das Licht auf seinem Wege zur Haut des Patienten nicht andere Stoffe als Berg-

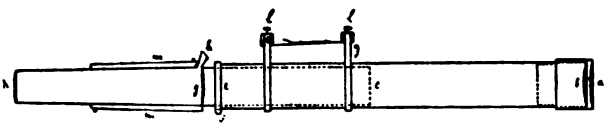


Fig. 13.

kristall und destilliertes Wasser passiert, welche beide für ein grosses Stück des ultra-violetten Teiles des Spektrums durchdringlich sind; Glas lässt dagegen nur einen kleinen Teil der dem Violett zunächst liegenden ultra-violetten Strahlen passieren. Die ersten, von Finsen nach diesem Prinzip konstruierten Apparate hatten Linsen mit nur ca. 4 cm Diameter; es glückte doch bald, doppelt so grosse Linsen zu schaffen; mit Hilfe derselben konstruierte Finsen den Apparat, welchen Fig. 13 schematisch veranschaulicht. Er ist nach demselben Prinzip wie die zwei bisher besprochenen Apparate verfertigt; das Licht passiert erst die Linsen a und b, welche die divergierenden Strahlen zu parallelen sammeln, die danach mit Hilfe der Linsen g und n konvergierend gemacht werden; zwischen g und n befindet sich destilliertes Wasser. Gleichzeitig war es geglückt, sehr kräftige elektrische Lampen herzustellen; die Wasserschicht zwischen den Linsen g und n sollte also eine grössere Menge ultra-rote Strahlen absorbieren; hierdurch wurde sie so stark erwärmt, dass sie zum Kochen neigte; es entstand daher die Notwendigkeit, den äussersten Teil des Behälters mit einer Metallkappe zu umgeben, durch welche beständig kaltes Wasser strömt. Den Behälter zwischen den Linsen mit strömendem gewöhnlichen Wasser zu füllen ist nicht angängig, weil es einen Teil ultra-violette Strahlen absorbiert und zahlreiche Luftbläschen abgibt.

Infolge der an die Konstruktion des Apparates gestellten neuen Forderung, die möglichst grösste Menge ultra-violetter Strahlen passieren zu lassen, ging es ebenfalls nicht, einen Lichtfilter mit einer blauen Lösung einzuschalten; denn blaue Farbstoffe absorbieren einen Teil ultra-violette Strahlen. Es wird also nicht länger kaltes blaues Licht,

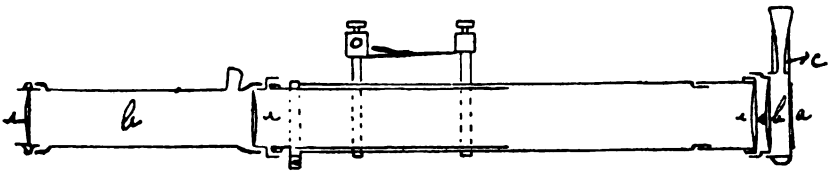


Fig. 14.

sondern gewöhnliches klares elektrisches Licht angewendet, von welchem nur die ultra-roten Strahlen bei dem Passieren durch das destillierte Wasser absorbiert sind.

Der Grund, weshalb das Sonnenlicht dagegen ohne Nachteil abgekühlt werden kann, indem man es eine blaue Flüssigkeit passieren lässt

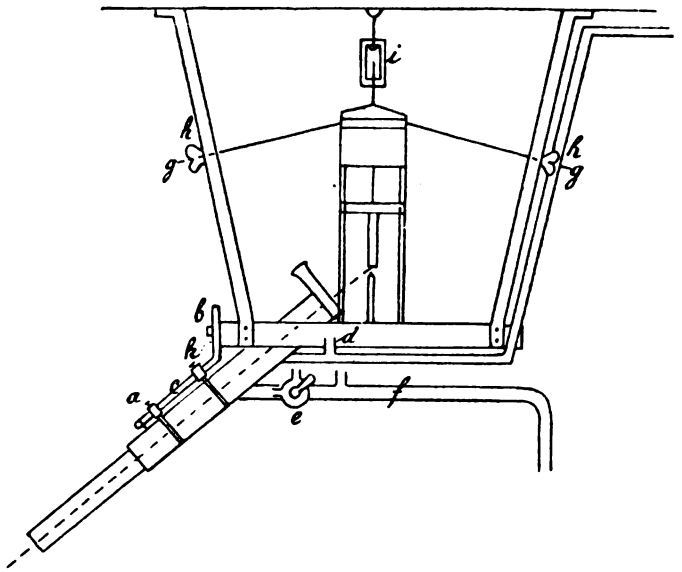


Fig. 15.

und sich mit Glaslinsen zur Konzentration desselben begnügt, ist darin zu suchen, dass dieses Licht nicht die weit ausserhalb im Spektrum liegenden ultra-violetten Strahlen enthält, welche nur durch Bergkristall und destilliertes Wasser zu dringen vermögen.

Der zuletzt konstruierte, in Fig. 14 abgebildete Apparat weicht von dem beschriebenen durch eine Verbesserung ab, welche verhindern

soll, dass die der Lampe zunächst liegende Bergkristalllinse wegen der Hitze springt. Die oberste Linse ist daher hohl gemacht, indem sie aus einer Platte und einer plankonvexen Linse zusammengesetzt ist, genau so wie die früher beschriebenen Sonnenapparate; der Hohlraum ist mit destilliertem Wasser gefüllt. Dieses wird beim Brennen der Lampe stark erwärmt; um es abzukühlen ist das die Linsen einfassende Messinggehäuse von einer Messingkappe umgeben, durch welche beständig kaltes Wasser strömt.

Alle die hier erwähnten Konzentrationsapparate für elektrisches Licht werden auf die in Fig. 15 schematisch dargestellte Weise aufgehängt. Von der Decke des Zimmers gehen vier Eisenstützen aus, welche einen Eisenring tragen, in dessen Mitte die elektrische Lampe in einem Stahldrahttau aufgehängt ist, welches über einen Flaschenzug in der Decke geht, so dass die Lampe mit Leichtigkeit in jede beliebige Lage eingestellt werden kann; sie wird ausserdem mittelst Bänder befestigt, welche nach den Eisenstützen gehen und gleichzeitig zur Einstellung der Lampe in die Mitte des Ringes dienen. An dem Eisenring sind vier, die Konzentrationsapparate tragende Eisenarme befestigt. Die Arme sind derart gebogen, dass die Apparate schräg nach unten gehen, in einer solchen Neigung, dass deren Achse einen Winkel von ca. 50° mit der Achse der Kohlen bildet; in dieser Richtung wird nämlich das kräftigste Licht von der Lampe entsendet.

Die hier beschriebenen Apparate eignen sich hauptsächlich für Hospitäler und Privatkliniken. Um eine 60 Ampères-Lampe mit Strom zu versehen, sind nämlich grössere Leitungen als die in gewöhnlichen Privatwohnungen befindlichen erforderlich, so dass die Anlage teuer ist. Ausserdem nimmt der Apparat viel Platz in Anspruch und der Betrieb kann nur bei gleichzeitiger Behandlung von vier Patienten ökonomisch werden, indem ja sonst all das die ledigen Apparate passierende Licht verloren geht.

Um privat praktizierenden Ärzten die Anwendung der Lichtbehandlung zu ermöglichen, hat Finsen und sein Assistent Reyn einen Apparat zur Einzelbehandlung konstruiert.

Wie Fig. 16 zeigt, ist er auf folgende Weise zusammengesetzt: Eine selbstregulierende Bogenlampe von 20 Ampères Stromstärke ist an dem einen Ende einer Schiene angebracht, auf welcher sie auf einem „Schlitten“ gleiten kann. Sie hat schräg stehende Kohlen, weil hierdurch erreicht wird, dass fast alles Licht, anstatt nach allen Seiten zu gehen, in der Richtung entsendet wird, nach welcher die dicke Kohle zeigt.

Auf der anderen Seite der Schiene ist ein Bügel befestigt, welcher einen Konzentrationsapparat trägt; dieser ist in der Hauptsache nach denselben Prinzipien wie die früher beschriebenen Finsenschen Sammelapparate konstruiert; es sind nur einzelne Veränderungen vorgenommen,

die den Zweck verfolgen, das Licht möglichst gut auszunutzen, indem der Apparat so nahe der Lampe wie möglich angebracht wird.

Mit Hilfe der hier beschriebenen Konzentrationsapparate wird der früher erwähnten Forderung entsprochen, dass das Licht eine ausser-

Fig. 16.

ordentlich starke chemische Wirkung haben soll und demnach auch eine ausserordentlich starke Fähigkeit, Bakterien zu töten und Entzündung in der Haut hervorzurufen. Damit sich diese Fähigkeit bei Behandlung der Patienten geltend machen kann, ist es notwendig, die möglichst besten Bedingungen für die chemischen Strahlen zu schaffen, in die

tiefen Schichten der Haut zu dringen. Wie auf Seite 43 erwähnt, hat Godneff das Vermögen der chemischen Strahlen nachgewiesen, durch blutgefüllte Haut zu dringen; da nun eine Anzahl Forscher die Erhöhung der Fähigkeit des Lichtes, Bakterien zu töten, durch das Vorhandensein von Sauerstoff gefunden hat, so ging Finsen von vorneherein davon aus, dass es darauf ankäme, die Haut stark mit Blut getüllt zu erhalten, so dass dieses eine reichliche Menge Sauerstoff zuführen konnte. Nach kurzer Zeit gab er diesen Standpunkt auf, da er, wie Seite 44 erwähnt, bei Belichtung von photographischem Papier und Bakterien durch ein blutgefülltes und ein blutleeres Ohr nachwies, dass das Blut ein fast vollständiges Hindernis für das Eindringen der chemischen Strahlen in die Gewebe bildet. Die erste Bedingung für die chemischen Strahlen, Bakterien töten und Entzündung in den tiefen Schichten der Haut hervorrufen zu können, ist daher die Blutleermachung derselben. Als das einfachste Mittel hierzu begnügte sich Finsen anfangs damit, einen Druck mit einer gebogenen Glasplatte auszuüben, die in einem Messingring eingefasst ist, der mittelst Gummibändern fest gegen die Haut gespannt wird (siehe Fig. 17). Da die Konzentrationsapparate mit Linsen aus Bergkristall eingeführt wurden, musste selbstverständlich auch die Glasplatte in diesem kleinen „Druckapparat" mit einer Platte aus Bergkristall ersetzt werden. Gleichzeitig wurde die Einführung einer zweiten Veränderung deshalb notwendig, weil das Licht nicht durch eine blaue Flüssigkeit, sondern nur durch destilliertes Wasser geht, so dass es die stark wärmenden roten und gelben Strahlen enthalten wird und durch zu starke Erhitzung leicht eine Verbrennung der Haut des Patienten hervorrufen kann. Da eine weitere Abkühlung des Lichtes ohne Verlust eines Teiles der chemischen Strahlen nicht möglich ist, so muss man die Haut so stark abkühlen, dass sie nicht mehr erwärmt wird als wie sie es vertragen kann. Dies erreichte Finsen durch Veränderung des Druckapparates, wie es auf Fig. 18 dargestellt ist. In seiner neuen Gestalt besteht er aus einem breiten Messingring mit vier Armen zur Befestigung von Gummibändern; er ist mit Bergkristallplatten, einer planen und einer plankonvexen geschlossen; der von diesen und dem Messingring begrenzte kleine Raum wird mit beständig strömendem kalten Wasser gefüllt gehalten, welches durch zwei kleine, auf

Fig. 17.

dem Messingring angebrachte Röhrchen aus- und eingeleitet wird; diese Röhrchen sind durch Kautschukschläuche mit einer Wasserleitung verbunden, welche mit einem Wasserbehälter unter der Decke in Verbindung steht. Durch Festpressen dieses kleinen Apparates gegen die Haut wird diese blutleer; da sie in Berührung mit der kalten Bergkristallplatte steht, findet ausserdem eine so starke Abkühlung statt, dass man Licht von einer Temperatur bis zu 220° Celsius gegen die Haut richten kann, ohne sie zu beschädigen.

Fig. 18.

In den letzten Jahren ist dieses Instrument auch bei der Behandlung mit Sonnenlicht angewendet worden; auch hier ist es nämlich von Vorteil, dass der Patient warmes Licht vertragen kann, indem es alsdann nicht erforderlich ist, die Flüssigkeit im Konzentrationsapparat so dunkel zu machen; hierdurch gewinnen die chemischen Strahlen an Intensität; denn selbst, ob die blaue Flüssigkeit wesentlich rote und gelbe Strahlen absorbiert, gehen doch ebenfalls einige blaue und violette Strahlen bei der Passage verloren.

Fig. 19—22 zeigen, wie die Behandlung mit Sonnenlicht und mit elektrischem Licht vor sich geht. Die Patienten liegen vor den Apparaten auf gepolsterten, lederbezogenen Lagern mit beweglichem Kopfende, oder sitzen in Schaukelstühlen, welche mit Klötzen unter den Gängen zu befestigen sind. Die Patienten werden in einer solchen Lage angebracht, dass der zu behandelnde Teil der Haut vom Lichtkegel etwas innerhalb dessen Brennpunkt getroffen wird. Jeder Patient wird von einer Krankenpflegerin überwacht, welche dafür sorgt, dass der Sammelapparat richtig eingestellt ist, dass das Licht die zu behandelnde Stelle der Haut trifft, sowie dass Druck- und Abkühlungsapparat genügend kräftig gegen die Haut gepresst wird und rechtwinkelig zum Lichtkegel sitzt, so dass so wenig Licht wie möglich durch Zurückwerfung verloren geht.

Jeden Tag wird ein Stück Haut von der Grösse eines Zweipfennigstückes eine Stunde lang belichtet; Tag für Tag belichtet man ein neues kleines Stück, bis der ganze angegriffene Teil der Haut behandelt ist. In dem belichteten Stück der Haut entsteht eine nach und nach zunehmende Entzündung, bis sie wie auf Seite 8 erwähnt, ihr Maximum nach ungefähr 12—24 Stunden erreicht hat; sie ist in der Regel so kräftig, dass sie eine Blase bildet, ganz wie bei der allerkräftigsten Form von Sonnenverbranntheit. Es ist noch nicht festgestellt, eine wie grosse Bedeutung diese Hautentzündung neben der Fähigkeit des Lichtes, Bakterien in der Haut zu töten, für den Heilungsprozess hat, aber eine überwiegende

Wahrscheinlichkeit spricht für ihren wesentlichen Beitrag zur Heilung von Lupus vulgaris, der Krankheit, gegen welche Finsens Behandlungsmethode bisher in besonderem Grade angewendet worden ist. Ausser dieser Krankheit hat Finsen versuchsweise eine Anzahl andere Krankheiten behandelt, welche dadurch entstehen, dass die Haut von Bakterien und anderen Mikroorganismen angegriffen wird. Während die Anwendung der Methode zur Behandlung dieser Krankheiten bisher nur als interessante, versprechende Versuche betrachtet werden konnte, ist sie in den letzten Jahren überall als die wertvollste Methode zur Behandlung von Lupus vulgaris anerkannt worden. Der Grund ihrer Überlegenheit liegt darin, dass sie sowohl die zuverlässigste wie die schonendste Methode ist. Die einzigste durch die Belichtung in dem kranken Gewebe hervorgerufene Veränderung ist die früher erwähnte Entzündung; aber sie vernichtet allerdings nichts vom Gewebe; die Entstehung von Narben ist keine Folge der Lichtbehandlung, sondern resultiert darin, dass die Krankheit das Gewebe destruiert hat, so dass dieses nur durch Narbengewebe ersetzt werden kann; wo diese Destruktion in nicht grosser Ausdehnung stattgefunden hat, bildet sich eine nur kaum sichtbare Narbe, und selbst die grossen Narben werden weich und glatt.

Auch in anderer Beziehung ist es von grösster Bedeutung, dass die Behandlung schonend ist; es lässt sich nämlich ohne Nachteil nicht allein die kranke Stelle, sondern auch die angrenzende gesunde Haut behandeln, wo möglicherweise Krankheitskeime in der Tiefe liegen könnten. Indem man dieselben vernichtet, bevor noch die Krankheit an die Oberfläche gelangt ist, wird auf die sicherste Weise dem grossen Hang der Krankheit entgegengearbeitet, wiederum am Rande des ursprünglich angegriffenen Teils der Haut auszubrechen.

Endlich ist die ungefähre Schmerzlosigkeit ein grosser Vorteil dieser Behandlung.

Die Behandlung ist ganz gewiss zeitraubend und kostbar, aber anderseits hat sie ausgezeichnet zuverlässige Resultate gegeben; es ist geglückt, eine grosse Anzahl Patienten zu heilen, welche viele Jahre hindurch vergebens mit den früher gebrauchten Methoden behandelt waren.

Fig. 19. Behandlung mit Sonnenlicht.

Fig. 20. Behandlung mit elektrischem Licht.

Fig. 21. Behandlung mit Sonnenlicht.

Fig. 22. Behandlung mit elektrischem Licht.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Handatlas
der
Hirn- und Rückenmarksnerven
in ihren sensiblen und motorischen Gebieten
zum Gebrauch für praktische Ärzte und Studierende.
Von
Professor **Dr. C. Hasse,**
Geh. Med.-Rat und Direktor der Kgl. Anatomie zu Breslau.
Zweite vermehrte Auflage.
Vierzig Farbentafeln. Preis geb. M. 12.60.

Studien
über die
Ursachen der Lungenkrankheiten.
Von
Dr. N. P. Tendeloo,
Professor der pathologischen Anatomie in Leiden.
Preis: M. 12.60.

Die Methoden
der
Praktischen Hygiene.
Lehrbuch
zur
Untersuchung und Beurteilung hygienischer Fragen
für
Ärzte, Chemiker und Juristen
von
Dr. K. B. Lehmann,
o. ö. Professor der Hygiene u. Vorstand des Hygienischen Instituts an der Universität Würzburg.
Mit 146 Abbildungen.
Zweite erweiterte, vollkommen umgearbeitete Auflage.
Preis 18 M. 60 Pf.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Der Hypnotismus.

Handbuch der Lehre von der Hypnose und der Suggestion

mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung für

Medizin und Rechtspflege.

Von Dr. L. Loewenfeld,
Spezialarzt für Nervenkrankheiten in München.

Preis M. 8.80, geb. M. 10.40.

Meines Erachtens gibt es in der grossen Literatur über Hypnotismus kein Werk, welches gleich dem vorliegenden so sehr geeignet erscheint, wirklich als Handbuch in allen einschlägigen Fragen zu dienen. In erster Linie verdankt es diesen Charakter dem Umstande, dass der Verfasser es unterlassen hat, mit grosser Breite auf all den Wulst und scheinwissenschaftlichen Unfug einzugehen, der sich allenthalben breit gemacht hat. Das Buch enthält bezüglich geschichtlicher Daten und theoretischer Problemstellungen nur das wirklich Wissenswerte, das aber in vorzüglich klarer Darstellung und vollständig. Wem nach mehr gelüstet, der kann gerade aus diesem Werk an der Hand der Literaturbesprechungen sich leicht weiter zurechtfinden. Überhaupt zeichnet sich auch dieses Buch Loewenfelds durch einen einfachen und klaren Stil aus, der sich gottlob fern von dem nur Eingeweihtesten verständlichen Fachjargon hält. Die Kenntnis hypnotischer Zustände ist heutzutage noch eine so geringe, dass dieser Umstand doppelt ins Gewicht fällt. Auch ist das Buch sehr geeignet, zu zeigen, wie tief die ganze Frage der unter dem Begriff „Suggestion" zusammengefassten Dinge in das tägliche Leben einschneidet, und wie nötig wir Ärzte es haben, ihr näher zu treten, wenn anders wir mit Verständnis dem Seelenleben des Einzelnen gegenüber Stellung nehmen wollen, oder wenn wir die Regungen einer grösseren Gemeinschaft von Menschen zu begreifen und durchzudenken bemüht sind. Die letzten Kapitel des Buches: „Hypnotismus und Psychologie" und „Die Suggestion in ihrer Bedeutung für das geistige Leben der Massen" sind nach dieser Richtung hin hochinteressant geschrieben. *Ärztl. Sachverständigen-Zeitung.*

Taschenbuch

der

Medizinisch-Klinischen Diagnostik.

Von

Dr. Otto Seifert, Professor in Würzburg und **Dr. Friedr. Müller,** Professor in München.

Elfte gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit Abbildungen. In englischem Einband. Preis M. 4.—.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Die

Technik der Lithotripsie.

Von

Prof. Dr. **Felix Guyon** in Paris.

Mit Ermächtigung des Autors übersetzt und bearbeitet

von

Dr. **Georg Berg** in Frankfurt a. M.

Mit 23 Abbildungen. Preis: Mark 3.—.

Die

Funktionsprüfung des Darms mittels der Probekost,

ihre Anwendung in der ärztlichen Praxis

und ihre diagnostischen und therapeutischen Ergebnisse.

Von

Professor Dr. **Adolf Schmidt,**

Oberarzt am Stadtkrankenhause Friedrichstadt in Dresden.

Mit einer Tafel. — Preis M. 2.40.

Einführung

in die

Experimentelle Entwickelungsgeschichte

(Entwickelungsmechanik)

von

Dr. Otto Maas

a. o. Professor an der Universität München.

Mit 135 Figuren im Text. — Preis: M. 7.—.

Die

Anwendung der physikalischen Chemie

auf die Physiologie und Pathologie.

Von

Dr. Richard Brasch,

Bad Kissingen.

Preis M. 4.80.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Grundriss

der

Medikamentösen Therapie der Magen- und Darmkrankheiten

einschliesslich Grundzüge der Diagnostik.

Für praktische Ärzte bearbeitet

von

Dr. P. Rodari,

prakt. Arzt und Spezialarzt für Krankheiten der Verdauungsorgane in Zürich.

M. 3.60.

Grundzüge

der

Allgemeinen Anatomie

zur Vorbereitung auf das Studium der Medizin nach biologischen Gesichtspunkten

bearbeitet von

Professor Dr. **Fr. Reinke,**

Prosektor am Anatomischen Institut in Rostock.

Mit 64 Abbildungen.

Preis: M. 7.60.

Es ist dankenswert und sehr zu begrüssen, dass die kausalen Forschungen und Betrachtungen, die in den verbreiteten deskriptiven Lehrbüchern meist übergangen werden, hier im allgemeinen klar und richtig dem wissenschaftlichen Publikum dargeboten werden. *Biologisches Centralblatt.*

Jedem, der sich für die modernen biologischen Probleme interessiert, sei die Lektüre des klar und ansprechend geschriebenen Buches empfohlen, welches ausser anderen auch dem Vorzug hat, nicht sehr teuer zu sein.

Anatomischer Anzeiger.

Kursus

der

Pathologischen Histologie

mit einem

Mikroskopischen Atlas

von 28 Lichtdruck- und 8 farbigen Tafeln.

Von

Professor **Dr. L. Aschoff,** zu Marburg. und Professor **Dr. H. Gaylord,** zu Buffalo.

Preis gebunden M. 18.—.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Handbuch

der

allgemeinen und speziellen Hydrotherapie.

Für Studierende und Ärzte

von

Dr. Ludwig Schweinburg,

Direktor und Chefarzt des Sanatoriums in Zuckmantel.

Nebst einem Beitrage

von

Dr. Oskar Frankl, Frauenarzt in Wien.

Die Hydrotherapie in der Gynäkologie und Geburtshilfe.

Mit 45 Abbildungen. — Preis Mk. 6.—, geb. Mk. 7.—.

Vorlesungen

über die

Pathologische Anatomie des Rückenmarks.

Unter Mitwirkung von

Dr. Siegfried Sacki, Nervenarzt in München

herausgegeben von

Dr. Hans Schmaus,

a. o. Professor und I. Assistent am pathologischen Institut in München.

Mit 187 teilweise farbigen Textabbildungen.

Preis M. 16.—. Gebunden M. 18.—.

Auszüge aus Besprechungen.

. . . . Die Vorlesungen von Schmaus über die pathologische Anatomie des Rückenmarkes sind das erste und einzig jetzt existierende Werk, in welchem die verschiedenen Krankheiten dieses Organes auf Grund streng anatomischer Forschung in zusammenhängender Form bearbeitet sind. . . . .

. . . . Die zahlreichen, nach Originalpräparaten des Verfassers hergestellten vortrefflichen Abbildungen tragen wesentlich zum leichteren Verständnis des überaus klar und anregend geschriebenen Textes bei. . . . .

. . . . Schmaus, welcher gerade in der Erforschung der pathologischen Anatomie des Nervensystems schon Hervorragendes geleistet hat, hat sich durch die Herausgabe des vorliegenden Werkes ein grosses Verdienst und damit gewiss auch den Dank nicht nur aller Fachgenossen, sondern auch der Kliniker und Ärzte erworben; denn tatsächlich wird durch das ausgezeichnete Werk eine empfindliche Lücke in der medizinischen Literatur endlich ausgefüllt. *Professor Hauser i. d. Münchener med. Wochenschrift.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse
der
allgemeinen Pathologie
und
pathologischen Anatomie
des
Menschen und der Tiere.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von
Prof. Dr. **O. Lubarsch**, Gross-Lichterfelde und Prof. Dr. **R. Ostertag**, Berlin.

Erster Jahrgang: 1894.

I. Abteilung: **Ergebnisse der allgemeinen Aetiologie der Menschen- und Tierkrankheiten.** Preis M. 27.—
II. Abteilung: **Ergebnisse der allgemeinen pathologischen Morphologie und Physiologie.** Preis M. 18.65
III. Abteilung: **Ergebnisse der speziellen pathologischen Morphologie und Physiologie der Menschen und der Tiere.** Preis M. 22.—.
IV. Abteilung: **Ergebnisse der speziellen pathologischen Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane.** Preis M. 15.40.

Zweiter Jahrgang: 1895. M. 25.—. — **Dritter Jahrgang: 1896.** 2 Bände. M. 48.—. — **Vierter Jahrgang: 1897.** M. 27.—. — **Fünfter Jahrgang: 1898.** M. 28.—. — **Sechster Jahrgang: 1899.** M. 28.—. — **Sechster Jahrgang: Supplement.** M. 14.— — **Siebenter Jahrgang: 1900/1901.** M. 28.—. — **Achter Jahrgang: 1902.** 2 Bände. M. 46.60 — **Neunter Jahrgang: 1903** M. 34.—.

Ergebnisse der Physiologie.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von
L. Asher, Bern und **K. Spiro**, Strassburg i. E.

Bis jetzt erschienen:

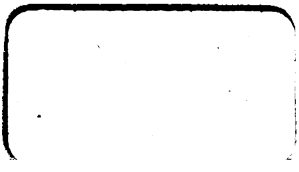
Erster Jahrgang,	**I. Abteilung:**	**Biochemie.**	**M. 22.60.**
„	„	**II.**	„	**Biophysik u. Psychophysik.**	**M. 25.—.**
Zweiter	„	**I.**	„	**Biochemie.**	**M. 18.60.**
„	„	**II.**	„	**Biophysik u. Psychophysik.**	**M. 24.—.**
Dritter	„	**I.**	„	**Biochemie.**	**M. 18.60.**
„	„	**II.**	„	**Biophysik u. Psychophysik.**	**M. 18.60.**

... Aus der Übersicht geht hervor, dass das bereits angedeutete Programm auch bereits sehr glücklich verwirklicht worden ist: Die sämtlichen genannten Kapitel sind Forschern übertragen, welche selbst zum Ausbau des einschlägigen Gebietes durch eigene Arbeit sehr wesentlich beigetragen haben. Die heutige wissenschaftliche Produktion, die gute und die schlechte, nehmen für jeden, der zum Ganzen strebt, einen geradezu unheimlichen Umfang an. Gerade wir etwas Fernstehenden können doppelt dankbar sein, wenn uns das so stark zerstreute physiologische Material in einem solchen, allen Anforderungen genügenden Zusammenhang geboten wird. Mag es sich um einen forschenden oder um einen praktischen Arzt handeln, wer diesen Band als Ratgeber herangezogen hat, wird für sein Denken und Tun wirklich Vorteil gewinnen.

Geh.-R. Prof. F. Kraus-Berlin
i. d. Deutschen medizinischen Wochenschrift.

COUNTWAY LIBRARY
HC 35BP U

22.L.1965.1
Die Anwendung des Lichtes in de1965
Countway Library BDJ9974
3 2044 045 401 411



OLZER
NOEP

22.L.1905.1
Die Anwendung des Lichtes in de1905
Countway Library BDJ5974
3 2044 045 401 411